

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2003年 6月13日

出願番号  
Application Number: 特願2003-169916

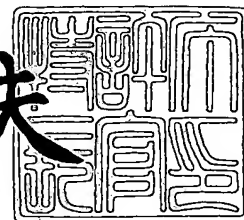
[ST. 10/C]: [JP2003-169916]

出願人  
Applicant(s): 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ

2004年 2月23日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 DCMH150064

【提出日】 平成15年 6月13日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04L 12/56

【発明の名称】 無線通信ネットワークシステム、基地局及び無線通信方法

【請求項の数】 19

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ内

    【氏名】 前田 浩次

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ内

    【氏名】 油川 雄司

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ内

    【氏名】 大津 徹

【特許出願人】

    【識別番号】 392026693

    【氏名又は名称】 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ

【代理人】

    【識別番号】 100083806

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 三好 秀和

    【電話番号】 03-3504-3075

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100100712

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩▲崎▼ 幸邦

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100095500

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 正和

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100101247

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 俊一

## 【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2003- 51894

【出願日】 平成15年 2月27日

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001982

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9702416

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 無線通信ネットワークシステム、基地局及び無線通信方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

送信側無線基地局と受信側無線基地局間で信号を送受信することにより通信を行う無線通信ネットワークシステムであって、

受信側無線基地局において、受信信号の複製を生成し干渉波を除去する干渉キャンセラと、

受信側無線基地局における干渉信号の搬送波周波数を検出する干渉波周波数検出手段と、

前記干渉波検出手段において検出される干渉信号の搬送波周波数と、希望信号の搬送波周波数との差分である搬送波周波数誤差を推定する周波数誤差検出手段と、

送信側無線基地局において前記搬送波周波数誤差に応じて、希望波の搬送波周波数を制御する周波数制御手段とを具備し、

前記干渉周波数検出手段は、受信側無線基地局で、所定電力以上の電力で受信される干渉波を検出した際、前記干渉信号の搬送波周波数を検出し、

前記周波数誤差検出手段は、検出動作終了後に搬送波周波数誤差を検出し、検出した搬送波周波数誤差を送信側無線基地局に送信し、

送信側無線基地局は、受信した搬送波周波数誤差情報に基づいて希望波の搬送波周波数を干渉波の搬送波周波数に一致するように制御することを特徴とする無線通信ネットワークシステム。

【請求項 2】

送信側無線基地局と受信側無線基地局間で信号を送受信することにより通信を行う無線通信ネットワークシステムであって、

受信側無線基地局において、受信信号の複製を生成し干渉波を除去する干渉キャンセラと、

受信側無線基地局における希望信号と前記干渉キャンセラにより除去される干



渉信号との位相差を測定する位相差測定手段と、

受信側無線基地局における希望信号と、干渉信号や雑音との電力比（以下、「受信品質」とする）を測定する受信品質測定手段と、

送信側無線基地局において、前記位相差測定手段と前記受信品質測定手段の測定結果に応じて、希望信号の位相又は送信電力を制御する制御手段とを備え、

送信側無線基地局で、前記制御手段によって希望信号の位相又は送信電力を、受信側無線基地局における位相差測定手段と前記受信品質測定手段の測定結果に基づいて制御することを特徴とする無線通信ネットワークシステム。

### 【請求項 3】

送信側無線基地局と受信側無線基地局間で信号を送受信することにより通信を行う無線通信ネットワークシステムであって、

受信側無線基地局において、希望信号と干渉信号の伝搬路を推定する伝搬路推定手段と、

前記伝搬路推定手段において推定した伝搬路推定値に基づいて、希望信号と干渉信号のシンボル候補に対して受信信号のレプリカを生成するレプリカ生成手段と、

前記レプリカ生成手段において生成される受信信号レプリカと実際に受信された信号とを比較し、実際に受信した信号に最も近い受信信号レプリカを生成するシンボル候補の希望信号成分を出力する最尤推定部を具備し、

前記送信側無線基地局において、希望信号シンボルと干渉信号シンボルの異なる組み合わせに対して合成信号レプリカの信号点同士の距離が十分に大きくなるように希望信号の位相又は送信電力を制御し、

受信側無線基地局において前記レプリカ生成部において受信信号のレプリカを生成し、前記最尤推定部において実際に受信する信号と最も近い受信信号レプリカを与える希望信号シンボルと干渉信号シンボルの組み合わせのうち希望信号シンボルを出力することを特徴とする無線通信ネットワークシステム。

### 【請求項 4】

受信信号の複製を生成し干渉信号を除去する干渉キャンセラと、  
干渉信号の搬送波周波数を検出する干渉波周波数検出手段と、  
前記干渉波検出手段において検出される干渉信号の搬送波周波数と、希望信号の搬送波周波数との差分である搬送波周波数誤差を推定する周波数誤差検出手段と、

前記周波数誤差検出手段により検出された搬送波周波数誤差を通信先に通知するための情報信号を生成する情報信号生成部と  
を具備し、

前記干渉波周波数検出手段は、所定電力以上の電力で受信される干渉波を検出した際、前記干渉信号の搬送波周波数を検出し、

前記周波数誤差検出手段は、検出動作終了後に搬送波周波数誤差を検出することを特徴とする基地局。

#### 【請求項 5】

受信信号を同期検波する手段と、  
前記同期検波手段の基準周波数を発振する基準周波数信号発振手段と、  
前記同期検波手段から出力されるベースバンド信号の希望波信号成分の回転速度を測定する回転速度測定手段とを備え、

前記周波数誤差検出手段は、前記基準周波数信号発振手段の基準周波数を前記干渉波周波数検出手段によって検出された周波数に設定して、受信信号を同期検波し、該同期検波手段から出力される前記ベースバンド信号の希望信号波成分の回転速度を前記回転速度測定手段によって測定することにより希望信号と干渉信号の周波数誤差量を推定し、推定した搬送波周波数誤差量を通信先に送信することを特徴とする請求項 4 に記載の基地局。

#### 【請求項 6】

測定の対象となる信号と、干渉信号や雑音との電力比を測定する受信品質測定手段を備え、

前記情報信号生成部は、前記受信品質測定手段により測定された前記電力比と、所定の閾値とを比較し、この比較結果に基づいて、前記周波数誤差量の送信の可否、或いは送信内容を決定することを特徴とする請求項 4 に記載の基地局。

**【請求項 7】**

受信信号の変調方式を取得し、この取得された変調方式に基づいて前記閾値を抽出する閾値抽出部を備え、

前記情報信号生成部は、前記受信品質測定手段により測定された前記電力比と、前記閾値抽出部により抽出された閾値とを比較することを特徴とする請求項 6 に記載の基地局。

**【請求項 8】**

通信先において検出された干渉信号の搬送波周波数、及び希望信号の搬送波周波数の差分である搬送波周波数誤差に基づいて、希望波の搬送波周波数を干渉波の搬送波周波数に一致するように制御する周波数制御手段を有することを特徴とする基地局。

**【請求項 9】**

送信データ信号をベースバンド変調信号に変調するベースバンド変調器と、前記ベースバンド変調器の出力の中心周波数を変換する周波数変換手段と、前記ベースバンド変調器と前記周波数変換手段との間に、前記ベースバンド変調器の出力信号を位相回転させる位相回転手段を具備し、

前記位相回転手段は、前記搬送波周波数誤差に従い、送信信号の位相を、その周波数誤差分に応じた角速度で回転させ、希望波の搬送波周波数を干渉波の搬送波周波数に一致させる

ことを特徴とする請求項 8 に記載の基地局。

**【請求項 10】**

ベースバンド変調信号を出力するベースバンド変調器と、前記ベースバンド変調器の出力の中心周波数を変換する周波数変換手段と、前記周波数変換手段の基準周波数を出力する局部発振器と、前記局部発振器の周波数を制御する局部発振器周波数制御手段とを備え、

局部発振器周波数制御手段は、前記搬送波周波数誤差に従い、前記局部発振器の周波数を希望信号と干渉信号の搬送波周波数を一致させるように制御することを特徴とする請求項 8 に記載の基地局。

**【請求項 1 1】**

希望信号及び干渉信号を変調して得られる信号ベクトルを座標上に信号点として表し、これら各信号ベクトルを組み合わせ得られる合成信号の 2 信号点間の前記座標上における距離の最小値である最小信号点間距離を、希望信号と干渉信号との電力比に対して希望信号成分を任意角度回転させて、該最小信号点間距離と希望信号及び干渉信号の位相差との関係として算出された算出結果と、干渉信号と希望信号との位相差と、前記希望信号及び干渉信号の電力比と、前記受信品質とに基づいて目標位相差を取得する情報取得部と、

通信先における希望信号と干渉信号との位相差が、前記目標位相差となるように前記送信信号の位相を制御する位相制御手段と  
を有することを特徴とする基地局。

**【請求項 1 2】**

前記位相制御手段は、前記最小信号点間距離を最大とするように、希望信号の位相を制御することを特徴とする請求項 1 1 に記載の基地局。

**【請求項 1 3】**

前記位相制御手段は、前記所定の受信品質について、最小信号点間距離の所定の幅の位相差に対する平均値が最大となる位相差の区間を検索し、前記位相差が検索した位相差の区間の中央値となるように、希望信号の位相を変動させることを特徴とする請求項 1 1 に記載の基地局。

**【請求項 1 4】**

希望信号及び干渉信号を変調して得られる信号ベクトルを座標上に信号点として表し、これら各信号ベクトルを組み合わせ得られる合成信号の 2 信号点間の前記座標上における距離の最小値である最小信号点間距離を、所定の希望信号と干渉信号の位相差に対して前記希望信号の送信電力を変化させて、該最小信号点間距離と送信電力との関係として算出された算出結果と、干渉信号と希望信号との位相差と、前記希望信号及び干渉信号の電力比と、前記受信品質とに基づいて、前記送信信号の送信電力を制御する送信電力制御手段と  
を有することを特徴とする基地局。

**【請求項 1 5】**

前記送信電力制御手段は、前記最小信号点間距離を最大とするように、希望信号の送信電力を制御することを特徴とする請求項 1 4 に記載の基地局。

**【請求項 1 6】**

送信側無線基地局と受信側無線基地局間で信号を送受信することにより通信を行う無線通信方法であって、

受信側無線基地局における干渉信号の搬送波周波数を検出するステップ(1)と

、  
前記ステップ(1)において検出される干渉信号の搬送波周波数と、希望信号の搬送波周波数との差分である搬送波周波数誤差を推定するステップ(2)と、

送信側無線基地局において、前記搬送波周波数誤差に応じて、希望波の搬送波周波数が干渉波の搬送波周波数に一致するように、希望波の搬送波周波数を制御するステップ(3)と

を具備し、

前記ステップ(1)では、受信側無線基地局で、所定電力以上の電力で受信される干渉波を検出した際、送信側無線基地局に送信を停止するように指示し、前記干渉信号の搬送波周波数を検出し、

前記ステップ(2)では、検出動作終了後に希望波の送信を再開して搬送波周波数誤差を検出する

ことを特徴とする無線通信方法。

**【請求項 1 7】**

前記ステップ(3)では、測定の対象となる信号と干渉信号や雑音との電力比を測定し、この測定された電力比と、所定の閾値とを比較し、この比較結果に基づいて、前記周波数の制御を実行するか否かを判断することを特徴とする請求項 1 6 に記載の無線通信方法。

**【請求項 1 8】**

送信側無線基地局と受信側無線基地局間で信号を送受信することにより通信を行う無線通信方法であって、

受信側無線基地局において、受信信号の複製を生成し干渉波を除去し、この除去された干渉信号との位相差を測定するステップ(1)と、

受信側無線基地局における受信品質を測定するステップ(2)と、

前記送信側無線基地局において、希望信号及び干渉信号を変調して得られる信号ベクトルを座標上に信号点として表し、これら各信号ベクトルを組み合わせ得られる合成信号の2信号点間の前記座標上における距離の最小値である最小信号点間距離を、所定の受信品質に対して前記希望信号成分を任意角度回転させて、該最小信号点間距離と希望信号及び干渉信号の位相差との関係として算出するステップ(3)と、

この算出結果と、前記受信品質とに基づいて、受信側無線基地局における前記送信信号の位相を制御するステップ(4)と  
を有することを特徴とする無線通信方法。

#### 【請求項 19】

送信側無線基地局と受信側無線基地局間で信号を送受信することにより通信を行う無線通信方法であって、

受信側無線基地局において、受信信号の複製を生成し干渉波を除去し、この除去された干渉信号との位相差を測定するステップ(1)と、

受信側無線基地局における受信品質を測定するステップ(2)と、

希望信号及び干渉信号を変調して得られる信号ベクトルを座標上に信号点として表し、これら各信号ベクトルを組み合わせ得られる合成信号の2信号点間の前記座標上における距離の最小値である最小信号点間距離を、所定の希望信号と干渉信号との位相差に対して前記希望信号成分を任意角度回転させて、該最小信号点間距離と送信電力との関係として算出するステップ(3)と、

この算出結果と、前記受信品質とに基づいて、受信側無線基地局における送信信号の送信電力を制御するステップ(4)と  
を有することを特徴とする無線通信方法。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、無線ネットワークシステムにおける周波数利用効率の向上を図る無線通信ネットワークシステム、基地局及び無線通信方法に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

従来の無線ネットワークにおいては、複数の無線回線が互いに干渉を与え合うことにより周波数利用効率が劣化するため、干渉の影響を軽減し、周波数利用効率を上げる必要がある。従来、この干渉を軽減する技術として、図24に示すように希望信号と干渉信号の情報及び入力信号から、各々の伝搬路を推定し、その伝搬路推定値を用いて受信信号のレプリカを生成することで実効的に干渉波を除去する、干渉キャンセラが用いられている（例えば特許文献1参照）。

## 【0003】

図24の干渉キャンセラにおいては、判定器（最尤系列推定部）での受信信号系列候補として、希望波及び干渉波のシンボル系列候補を出力するとともに、伝搬路推定部で伝搬路推定値  $h_i'$  及び  $h_d'$  を抽出し、各シンボル系列候補に対し伝搬路推定値を乗算することにより、希望波レプリカ及び干渉波レプリカを生成し、受信信号とレプリカを比較し、実際の受信信号との差を求め、その絶対値が最小となる希望信号及び干渉信号のシンボル系列候補の希望信号成分を受信希望信号系列として出力する。具体的には、希望信号及び干渉信号を変調して得られる信号ベクトルを座標上に信号点として表し、受信信号に最も近い信号点の配列形状を有する信号レプリカに対応するシンボル系列を受信信号として判定する。なお、図24では、QPSK方式により得られる異なる4つの信号状態を座標に信号ベクトル（信号点）として表示している。

## 【0004】

このような構成をとることにより、最も送信された可能性の高い希望信号系列を得ることが可能である。

## 【0005】

ところで、上記のような干渉キャンセラは、主に移動通信に用いられており、移動通信においては特に上り回線で周波数誤差を考慮する必要がある。この場合、周波数誤差補償法としては、図25に示すように、各移動無線局に対して、基地局が基準周波数を与え、基準周波数を受信した移動無線局は、その周波数を基準に局部発振器を動作させることにより、他の移動無線局との周波数誤差の少な

い搬送波周波数を得ることができる。

【0006】

【特許文献1】

特開2002-43962号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、図24に示す干渉キャンセラは、受信信号とレプリカを比較し、受信信号に最も近い形状を有する信号レプリカに対応するシンボル系列を、受信信号として判定するため、複数のシンボル系列に対応する受信信号レプリカの信号点が、座標上において同一の点であったり、極めて近い位置に存在したりする場合には、判定誤りが生じる確率が高くなる。また、希望波と干渉波間の搬送波周波数誤差が大きいと、希望信号或いは干渉信号点が信号空間上で高速に回転し、伝搬路推定が困難となるという問題があった。

【0008】

また、図25に示すような周波数誤差補償法は、無線基地局で構成されるネットワークにおいては、無線基地局が広範囲でかつ様々な場所に設置されるため、基準周波数を受信することができない基地局が生じるという問題があった。

【0009】

そこで、本発明は上述の問題点を解消すべくなされたもので、周波数誤差を補償し定常的に受信信号レプリカの信号点を分散させ、干渉キャンセラの適用効果を高めることにより、周波数利用効率を向上させるためことのできる無線通信ネットワークシステム、基地局及び無線通信方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、請求項1に係る発明は、送信側無線基地局と受信側無線基地局間で信号を送受信することにより通信を行う無線通信ネットワークシステムであって、受信側無線基地局において、受信信号の複製を生成し干渉波を除去する干渉キャンセラと、受信側無線基地局における干渉信号の搬送波周波数を検出する干渉波周波数検出手段と、干渉波検出手段において検出される干渉



信号の搬送波周波数と、希望信号の搬送波周波数との差分である搬送波周波数誤差を推定する周波数誤差検出手段と、送信側無線基地局において搬送波周波数誤差に応じて、希望波の搬送波周波数を制御する周波数制御手段とを具備し、干渉周波数検出手段は、受信側無線基地局で、所定電力以上の電力で受信される干渉波を検出した際、干渉信号の搬送波周波数を検出し、周波数誤差検出手段は、検出動作終了後に搬送波周波数誤差を検出し、検出した搬送波周波数誤差を送信側無線基地局に送信し、送信側無線基地局は、受信した搬送波周波数誤差情報に基づいて希望波の搬送波周波数が干渉波の搬送波周波数に一致するように制御することを特徴とする無線通信ネットワークシステムである。

#### 【0011】

このような本発明によれば、所定電力以上の干渉波が検出された場合に、検出された搬送波周波数誤差を送信側無線基地局に送信し、送信側無線基地局で、希望波等の希望信号の搬送波周波数を干渉波の搬送周波数に一致させることが可能となり、搬送波周波数誤差の大きくなる高周波無線システムにおいても、各無線リンクにおいて独自に周波数誤差を補償し、干渉キャンセラの伝搬路推定を追従させて干渉除去を行うことが可能となる。

#### 【0012】

請求項2に係る発明は、送信側無線基地局と受信側無線基地局間で信号を送受信することにより通信を行う無線通信ネットワークシステムであって、受信側無線基地局において、受信信号の複製を生成し干渉波を除去する干渉キャンセラと、受信側無線基地局における希望信号と干渉キャンセラにより除去される干渉信号との位相差を測定する位相差測定手段と、受信側無線基地局における受信品質を測定する受信品質測定手段と、送信側無線基地局において、位相差測定手段と受信品質測定手段の測定結果に応じて、希望信号の位相又は送信電力を制御する制御手段とを備え、送信側無線基地局で、制御手段によって希望信号の位相又は送信電力を、受信側無線基地局における位相差測定手段と受信品質測定手段の測定結果に基づいて制御することを特徴とする無線通信ネットワークシステムである。

#### 【0013】

このような本発明によれば、例えば、受信側無線基地局における受信品質に基づいて、送信側で送信信号の位相や送信電力を制御するため、信号空間における受信点点を分散させることができ、干渉キャンセラによる干渉除去効率を向上させることができる。

#### 【0014】

請求項3に係る発明は、送信側無線基地局と受信側無線基地局間で信号を送受信することにより通信を行う無線通信ネットワークシステムであって、受信側無線基地局において、希望信号と干渉信号の伝搬路を推定する伝搬路推定手段と、伝搬路推定手段において推定した伝搬路推定値に基づいて、希望信号と干渉信号のシンボル候補に対して受信信号のレプリカを生成するレプリカ生成手段と、レプリカ生成手段において生成される受信信号レプリカと実際に受信された信号とを比較し、実際に受信した信号に最も近い受信信号レプリカを生成するシンボル候補の希望信号成分を出力する最尤推定部を具備し、送信側無線基地局において、希望信号シンボルと干渉信号シンボルの異なる組み合わせに対して合成信号レプリカの信号点同士の距離が十分に大きくなるように希望信号の位相又は送信電力を制御し、受信側無線基地局においてレプリカ生成部において受信信号のレプリカを生成し、最尤推定部において実際に受信する信号と最も近い受信信号レプリカを与える希望信号シンボルと干渉信号シンボルの組み合わせのうち希望信号シンボルを出力することを特徴とする無線通信ネットワークシステムである。

#### 【0015】

このような本発明によれば、信号点間距離が十分に大きくなるように希望信号の位相や送信電力を制御するように干渉キャンセラを動作させるため、信号点が近接することによる判定誤りを回避し、適切な希望信号レプリカを出力することが可能となり、効率よく受信信号から干渉成分を除去することができ、周波数利用効率の改善を図ることができる。

#### 【0016】

請求項4に係る発明は、受信信号の複製を生成し干渉信号を除去する干渉キャンセラと、干渉信号の搬送波周波数を検出する干渉波周波数検出手段と、干渉波検出手段において検出される干渉信号の搬送波周波数と、希望信号の搬送波周波

数との差分である搬送波周波数誤差を推定する周波数誤差検出手段と、周波数誤差検出手段により検出された搬送波周波数誤差を通信先に通知するための情報信号を生成する情報信号生成部とを具備し、干渉周波数検出手段は、所定電力以上の電力で受信される干渉波を検出した際、干渉信号の搬送波周波数を検出し、周波数誤差検出手段は、検出動作終了後に搬送波周波数誤差を検出することを特徴とする基地局である。

#### 【0017】

このような本発明によれば、所定電力以上の干渉波が検出された場合に、検出された搬送波周波数誤差を送信側無線基地局に送信し、送信側無線基地局で、希望波等の希望信号の搬送波周波数を干渉波の搬送周波数に一致させることが可能となり、搬送波周波数誤差の大きくなる高周波無線システムにおいても、各無線リンクにおいて独自に周波数誤差を補償し、干渉キャンセラの伝搬路推定を追従させて干渉除去を行うことが可能となる。

#### 【0018】

請求項5に係る発明は、前記請求項4に記載の発明において、受信信号を同期検波する手段と、同期検波手段の基準周波数を発振する基準周波数信号発振手段と、同期検波手段から出力されるベースバンド信号の希望波信号成分の回転速度を測定する回転速度測定手段とを備え、周波数誤差検出手段は、基準周波数信号発振手段の基準周波数を干渉波周波数検出手段によって検出された周波数に設定して、受信信号を同期検波し、同期検波手段から出力されるベースバンド信号の希望信号波成分の回転速度を回転速度測定手段によって測定することにより希望信号と干渉信号の周波数誤差量を推定し、推定した搬送波周波数誤差量を通信先に送信することを特徴とする基地局である。

#### 【0019】

この発明によれば、受信信号の希望信号成分の回転を測定することにより、受信側無線基地局において受信信号から周波数誤差量を推定することが可能となる。

#### 【0020】

請求項6に係る発明は、前記請求項4に記載の発明において、測定の対象とな

る信号と、干渉信号や雑音との電力比を測定する受信品質測定手段を備え、前記情報信号生成部は、受信品質測定手段により測定された前記電力比と、所定の閾値とを比較し、この比較結果に基づいて、周波数誤差量の送信の可否、或いは送信内容を決定することを特徴とする基地局である。この送信の内容としては、比較結果を識別する値（例えば、閾値を下回っていることを示す「0」値など）などとすることができる。

#### 【0021】

この発明によれば、例えば、雑音電力が大きくCNRが低いなど、受信品質が低い状況での雑音による周波数誤差測定精度の劣化を抑え、受信品質が高い状況でのみ周波数誤差補償動作を行うことにより、全体的に高精度に周波数誤差を補償することが可能となる。

#### 【0022】

請求項7に係る発明は、前記請求項6に記載の発明において、受信信号の変調方式を取得し、この取得された変調方式に基づいて閾値を抽出する閾値抽出部を備え、前記情報信号生成部は、前記受信品質測定手段により測定された前記電力比と、前記閾値抽出部により抽出された閾値とを比較することを特徴とする基地局である。

#### 【0023】

この発明によれば、例えば、希望信号と干渉信号の変調方式の多値数が多く、低CNRでの高精度な周波数誤差量の推定が困難な場合には、閾値を高くして、低CNR時の周波数誤差補償動作を行わないようにしたり、多値数が少なく、低CNRでも高精度に周波数誤差量を推定できる場合には、周波数誤差補償動作を行うようにするなど、通信状況に応じて、全体的に高精度に周波数誤差を補償することが可能となる。

#### 【0024】

請求項8に係る発明は、通信先において検出された干渉信号の搬送波周波数、及び希望信号の搬送波周波数の差分である搬送波周波数誤差に基づいて、希望波の搬送波周波数が干渉波の搬送波周波数に一致するように制御する周波数制御手段を有することを特徴とする基地局である。

**【0025】**

このような本発明によれば、所定電力以上の干渉波が検出された場合に、検出された搬送波周波数誤差を送信側無線基地局に送信し、送信側無線基地局で、希望波等の希望信号の搬送波周波数を干渉波の搬送周波数に一致させることが可能となり、搬送波周波数誤差の大きくなる高周波無線システムにおいても、各無線リンクにおいて独自に周波数誤差を補償し、干渉キャンセラの伝搬路推定を追従させて干渉除去を行うことが可能となる。

**【0026】**

請求項 9 に係る発明は、請求項 8 に記載の発明において、送信データ信号をベースバンド変調信号に変調するベースバンド変調器と、ベースバンド変調器の出力の中心周波数を変換する周波数変換手段と、ベースバンド変調器と周波数変換手段との間に、ベースバンド変調器の出力信号を位相回転させる位相回転手段を具備し、位相回転手段は、搬送波周波数誤差に従い、送信信号の位相を、その周波数誤差分に応じた角速度で回転させ、希望波の搬送波周波数を干渉波の搬送波周波数に一致させることを特徴とする基地局である。

**【0027】**

この発明によれば、受信側無線基地局から送信された搬送波周波数誤差情報に基づいて、周波数誤差分に応じた角速度で回転させることによって、希望信号の見かけ上の搬送波周波数が干渉波の搬送波周波数と一致させることができ、容易に周波数誤差を補償することができる。

**【0028】**

請求項 10 に係る発明は、請求項 8 に記載の発明において、ベースバンド変調信号を出力するベースバンド変調器と、ベースバンド変調器の出力の中心周波数を変換する周波数変換手段と、周波数変換手段の基準周波数を出力する局部発振器と、局部発振器の周波数を制御する局部発振器周波数制御手段とを備え、局部発振器周波数制御手段は、前記搬送波周波数誤差に従い、前記局部発振器の周波数を希望信号と干渉信号の搬送波周波数を一致させるように制御することを特徴とする基地局である。

**【0029】**

この発明によれば、ベースバンド信号を変換するための基準周波数を、送信側無線基地局から送信される周波数誤差情報に従って制御するため、より高精度に希望信号の搬送波周波数を干渉信号の搬送波周波数に一致させることができる。

#### 【0030】

請求項11に係る発明は、希望信号及び干渉信号を変調して得られる信号ベクトルを座標上に信号点として表し、これら各信号ベクトルを組み合わせ得られる合成信号の2信号点間の座標上における距離の最小値である最小信号点間距離を、希望信号と干渉信号との電力比に対して希望信号成分を任意角度回転させて、最小信号点間距離と希望信号及び干渉信号の位相差との関係として算出された算出結果と、干渉信号と希望信号との位相差と、希望信号及び干渉信号の電力比と、受信品質とに基づいて目標位相差を取得する情報取得部と、通信先における希望信号と干渉信号との位相差が、目標位相差となるように送信信号の位相を制御する位相制御手段とを有することを特徴とする基地局である。

#### 【0031】

このような本発明によれば、合成信号の希望信号成分を任意に回転させることによって、最小信号点間距離を所定値よりも大きく設定することが可能となり、信号点が近接することによる受信信号についての判定誤りを低減することができる。

#### 【0032】

なお、上記発明において、情報取得部は、希望信号及び干渉信号の位相差と信号点間距離との関係に対応表として保持し、目標位相差は、受信品質測定手段の測定結果に基づいて対応表から抽出されることにより取得されることが好ましい。

#### 【0033】

この場合には、例えば位相差情報と信号点間距離との関係が記述された対応表を照合することによって、迅速に適正な位相差情報を取得することができる。

#### 【0034】

請求項12に係る発明は、請求項11に記載の発明において、前記位相制御手段は、前記最小信号点間距離を最大とするように、希望信号の位相を制御するこ

とを特徴とする基地局である。

【0035】

この発明によれば、信号点間距離を最大とするように希望信号の位相を制御することにより、信号空間において信号点を広い範囲に分散させることができ、信号点が近接することによる判定誤りを回避することができる。

【0036】

請求項13に係る発明は、請求項11に記載の発明において、位相制御手段は、前記所定の受信品質について、最小信号点間距離の所定の幅の位相差に対する平均値が最大となる位相差の区間を検索し、前記位相差が検索した位相差の区間の中央値となるように、希望信号の位相を変動させることを特徴とする基地局である。

【0037】

この発明によれば、最小信号点間距離の位相差に対する平均値が最大となる区間であって、且つその区間の中央値となるように希望信号の位相を変動させるため、伝搬環境の変化等によって希望信号と干渉信号との位相差が変動し、信号点間距離が小さくなりすぎるのを防止することができ、判定誤りが発生する可能性を低減することができる。

【0038】

請求項14に係る発明は、希望信号及び干渉信号を変調して得られる信号ベクトルを座標上に信号点として表し、これら各信号ベクトルを組み合わせ得られる合成信号の2信号点間の座標上における距離の最小値である最小信号点間距離を、所定の希望信号と干渉信号の位相差に対して希望信号の送信電力を変化させて、最小信号点間距離と送信電力との関係として算出された算出結果と、干渉信号と希望信号との位相差と、希望信号及び干渉信号の電力比と、受信品質とに基づいて、送信信号の送信電力を制御する送信電力制御手段とを有することを特徴とする基地局である。

【0039】

このような本発明によれば、例えば、合成信号中の希望波信号成分の送信電力を変化させることによって、信号点を任意角度分回転させることができ、信号点

が近接することによる受信信号についての判定誤りを低減することができる。

【0040】

なお、上記発明においては、情報取得部は、希望信号の送信電力と信号点間距離との関係に対応表として保持し、目標受信品質は、位相差測定手段の測定結果に基づいて対応表から抽出されることが好ましい。

【0041】

この場合には、例えば、送信電力と信号点間距離との関係が記述された対応表を照合することによって、迅速に適正な送信電力を設定することができる。

【0042】

請求項15に係る発明は、請求項14に記載の発明において、前記送信電力制御手段は、前記最小信号点間距離を最大とするように、希望信号の送信電力を制御することを特徴とする基地局である。

【0043】

この発明によれば、信号点間距離を最大とするように希望信号の送信電力を制御することにより、信号空間において信号点を広い範囲に分散させることができ、信号点が近接することによる判定誤りを回避することができる。

【0044】

なお、上記発明においては、送信側無線基地局において、所定の間隔の希望信号と干渉信号の受信品質及び位相差に対して、最小信号点間距離を計算し保持する手段と、受信側より送信されてきた受信品質情報と実際に信号を送信している送信電力と増幅器の可変幅の上限及び下限から、受信側における受信品質の最大値及び最小値を推定する手段とを有し、送信電力制御手段は、位相差測定手段により測定される希望信号と干渉信号の位相差に対して、受信側における受信品質測定値の最大値及び最小値の範囲で、最小信号点間距離を最大にする受信品質になるように、希望波の送信電力を制御することが好ましい。

【0045】

この場合には、送信電力を増幅器の上限に制限することにより、他リンクへの干渉を防止することができ、送信電力を増幅器の下限に制限することにより、受信信号に対する雑音の比が増大するのを回避することができ、干渉キャンセラに



よる干渉除去精度を維持することができる。

【0046】

請求項16に係る発明は、送信側無線基地局と受信側無線基地局間で信号を送受信することにより通信を行う無線通信方法であって、受信側無線基地局における干渉信号の搬送波周波数を検出するステップ(1)と、ステップ(1)において検出される干渉信号の搬送波周波数と、希望信号の搬送波周波数との差分である搬送波周波数誤差を推定するステップ(2)と、送信側無線基地局において、搬送波周波数誤差に応じて、希望波の搬送波周波数が干渉波の搬送波周波数に一致するように、希望波の搬送波周波数を制御するステップ(3)とを具備し、ステップ(1)では、受信側無線基地局で、所定電力以上の電力で受信される干渉波を検出した際、送信側無線基地局に送信を停止するように指示し、干渉信号の搬送波周波数を検出し、ステップ(2)では、検出動作終了後に希望波の送信を再開して搬送波周波数誤差を検出することを特徴とする無線通信方法である。

【0047】

このような本発明によれば、所定電力以上の干渉波が検出された場合に、検出された搬送波周波数誤差を送信側無線基地局に送信し、送信側無線基地局で、希望波等の希望信号の搬送波周波数を干渉波の搬送波周波数に一致させることが可能となり、搬送波周波数誤差の大きくなる高周波無線システムにおいても、各無線リンクにおいて独自に周波数誤差を補償し、干渉キャンセラの伝搬路推定を追従させて干渉除去を行うことが可能となる。

【0048】

請求項17に係る発明は、請求項16に記載の発明において、前記ステップ(3)では、測定の対象となる信号と干渉信号や雑音との電力比を測定し、この測定された電力比と、所定の閾値とを比較し、この比較結果に基づいて、前記周波数の制御を実行するか否かを判断することを特徴とする無線通信方法である。

【0049】

この発明によれば、例えば、雑音電力が大きくCNRが低いなど、受信品質が低い状況での雑音による周波数誤差測定精度の劣化を抑え、受信品質が高い状況でのみ周波数誤差補償動作を行うことにより、全体的に高精度に周波数誤差を補

償することが可能となる。

#### 【0050】

請求項18に係る発明は、送信側無線基地局と受信側無線基地局間で信号を送受信することにより通信を行う無線通信方法であって、受信側無線基地局において、受信信号の複製を生成し干渉波を除去し、この除去された干渉信号との位相差を測定するステップ(1)と、受信側無線基地局における受信品質を測定するステップ(2)と、送信側無線基地局において、希望信号及び干渉信号を変調して得られる信号ベクトルを座標上に信号点として表し、これら各信号ベクトルを組み合わせ得られる合成信号の2信号点間の座標上における距離の最小値である最小信号点間距離を、所定の受信品質に対して希望信号成分を任意角度回転させて、最小信号点間距離と希望信号及び干渉信号の位相差との関係として算出するステップ(3)と、この算出結果と、受信品質とに基づいて、受信側無線基地局における送信信号の位相を制御するステップ(4)とを有することを特徴とする無線通信方法である。

#### 【0051】

このような本発明によれば、合成信号の希望信号成分を任意に回転させることによって、最小信号点間距離を所定値よりも大きく設定することが可能となり、信号点が近接することによる受信信号についての判定誤りを低減することができる。

#### 【0052】

請求項19に係る発明は、送信側無線基地局と受信側無線基地局間で信号を送受信することにより通信を行う無線通信方法であって、受信側無線基地局において、受信信号の複製を生成し干渉波を除去し、この除去された干渉信号との位相差を測定するステップ(1)と、受信側無線基地局における受信品質を測定するステップ(2)と、希望信号及び干渉信号を変調して得られる信号ベクトルを座標上に信号点として表し、これら各信号ベクトルを組み合わせ得られる合成信号の2信号点間の座標上における距離の最小値である最小信号点間距離を、所定の希望信号と干渉信号との位相差に対して希望信号成分を任意角度回転させて、最小信号点間距離と送信電力との関係として算出するステップ(3)と、この算出結果

と、受信品質とに基づいて、受信側無線基地局における送信信号の送信電力を制御するステップ(4)とを有することを特徴とする無線通信方法である。

#### 【0053】

このような本発明によれば、例えば、合成信号中の希望波信号成分の送信電力を変化させることによって、信号点を任意角度分回転させることができ、信号点が近接することによる受信信号についての判定誤りを低減することができる。

#### 【発明の実施の形態】

##### [第1実施形態]

本発明の第1実施形態について説明する。図1は、本実施形態に係る受信側無線基地局及び送信側無線基地局の構成例を示すブロック図である。

#### 【0054】

同図に示すように、本実施形態に係る通信システムは、送信側無線基地局1と、受信側無線基地局2とにより構成される。具体的に、送信側無線基地局1は、送受分離器11と、信号分離器12と、周波数制御部13と、送信信号生成部14とを備えている。

#### 【0055】

送受分離器11は、アンテナから信号の送受信を行うために、送信信号と受信信号の入出力を切り替える回路である。信号分離器12は、受信信号の中から周波数誤差情報信号を分離し、周波数制御部13に入力する回路である。周波数制御部13は、入力された周波数誤差情報に従い、送信信号の搬送波周波数を制御する信号を送信信号生成部14へ入力する回路である。送信信号生成部14は、入力された制御信号に従い、希望信号の搬送波周波数が干渉信号の搬送波と一致するように制御した信号を送信信号として出力する回路であり、出力された送信信号は、送受分離器11へ入力される。

#### 【0056】

一方、受信側無線基地局2は、局部発振器21と、干渉波周波数検出部22と、送受分離器23と、同期検波器24と、干渉キャンセラ25と、周波数誤差検出部27と、情報信号生成部28とを備えている。

#### 【0057】

送受分離器 23 は、アンテナから信号の送受信を行うために、送信信号と受信信号の入出力を切り替える装置である。

#### 【0058】

干渉波周波数検出部 22 は、干渉信号の搬送波周波数を検出し、検出された搬送波周波数を、周波数誤差検出部 27 及び局部発振器 21 へ入力する回路である。局部発振器 21 は、基準周波数を同期検波器 24 に入力する装置であり、送信側無線基地局 1 へ周波数誤差量情報を送信する前にあっては希望信号の搬送波周波数を、周波数誤差量情報を送信した後にあっては干渉信号の搬送波周波数を、基準周波数として同期検波器 24 へ入力する。同期検波器 24 は、送受分離器 23 から入力された信号について、局部発振器 21 から入力された基準周波数を基準として同期検波を行い、検波後の信号を、干渉キャンセラ 25 及び周波数誤差検出部 27 に出力する回路である。

#### 【0059】

干渉キャンセラ 25 は、同期検波器 24 から入力された検波後の信号について、干渉成分を除去し、復調する回路である。具体的には、受信信号系列候補として、希望波及び干渉波のシンボル系列候補を出力し、それぞれに対応する伝搬路推定値を乗算することにより、希望波レプリカ及び干渉波レプリカを生成し、複数のシンボル系列候補に対してレプリカを生成し、実際の受信信号との差を求め、その絶対値が最小となる希望信号及び干渉信号のシンボル系列候補の、希望信号成分を受信希望信号系列として出力する。

#### 【0060】

周波数誤差検出部 27 は、送受分離器 23 から入力された信号から搬送波周波数誤差を推定し、推定した搬送波周波数誤差量を情報信号生成部 28 へ入力する回路である。情報信号生成部 28 は、周波数誤差検出部 27 から入力された周波数誤差量の情報を信号形式に変換し、変換した周波数誤差情報信号を送受分離部 23 及びアンテナを介して送信側無線基地局 1 へ送信する装置である。

#### 【0061】

図 2 は、本実施形態に係るシステムの動作フローの例を示す図である。ここでは、希望信号が搬送波周波数  $f_C$  で、干渉信号が搬送波周波数  $f_C + \Delta f$  で受信

側無線基地局 2 へ入力されているものとする。

#### 【0062】

先ず、受信側無線基地局 2 において、所定の電力以上の電力で受信される干渉波を検出 (S101) すると、送信側無線基地局 1 に信号の送信を一旦停止するように指示を送る (S102)。送信側無線基地局 1 では指示に従い送信を停止する (S103)。このように、所定電力以上の干渉波が検出された場合に、送信側無線基地局からの送信を一旦停止し、停止している間に干渉信号の周波数を検出することにより、この停止している間に受信側無線基地局 2 は、干渉波のみを受信することができ、より精度良く干渉波の周波数を検出することが可能となる。

#### 【0063】

受信側無線基地局 2 は、信号送信を停止している間に干渉信号の搬送波周波数を検出する (S104)。具体的には、受信側無線基地局 2 において、希望波と干渉波の混ざり合った信号が送受分離器 23 を介して干渉波周波数検出部 22 へ入力され、干渉波周波数検出部 22 において、干渉信号の搬送波周波数を検出し、検出された搬送波周波数を、周波数誤差検出部 27 及び局部発振器 21 へ出力する。そして、干渉信号の搬送波周波数の検出が完了すると、送信側無線基地局 1 に対して信号の送信を再開するように指示を送る (S105)。送信側無線基地局 1 では、受信側無線基地局 2 からの指示に従い、信号の送信を再開する (S106)。

#### 【0064】

希望信号の送信が再開されると、受信側無線基地局 2 は、希望波と干渉波の合成信号から周波数誤差量  $\Delta f$  を推定し (S107)、推定した周波数誤差量を送信側無線基地局へ送信する (S108)。具体的には、干渉波周波数検出部 22 から入力された搬送波周波数に基づいて、周波数誤差検出部 27 により搬送波周波数誤差  $\Delta f$  を推定し、この推定した搬送波周波数誤差量  $\Delta f$  を情報信号生成部 28 へ入力する。情報信号生成部 28 では入力された周波数誤差量  $\Delta f$  の情報を信号形式に変換し、周波数誤差情報信号として送受分離器 23 及びアンテナを介して送信側無線基地局 1 へ送信される。

## 【0065】

この周波数誤差量を送信した後、受信側無線基地局 2 では、干渉波の搬送波周波数で、同期検波を行う（S109）。具体的には、同期検波器 24 において、入力された信号について、局部発振器 21 からの基準周波数に基づいて同期検波を行い、干渉キャンセラ 25 に入力し、この干渉キャンセラ 25 において、干渉成分を除去後、復調する。

## 【0066】

送信側無線基地局 1 においては、送信されてきた周波数誤差量に従い、搬送波周波数を補正する（S110）。具体的には、送信側無線基地局 1 において、アンテナ及び送受分離器 11 を介して入力された周波数誤差情報信号が周波数制御部 13 へ入力される。周波数制御部 13 では、入力された周波数誤差情報に従い、送信信号の搬送波周波数を制御する信号を送信信号生成部 14 へ入力する。送信信号生成部 14 は、入力された制御信号に従い、希望信号の搬送波周波数が干渉信号の搬送波と一致するように制御した信号を送信信号として送受分離器 11 へ入力する。

## 【0067】

## [第 2 実施形態]

次いで、本発明の第 2 実施形態について説明する。図 3 は、本実施形態に係る受信側無線基地局及び送信側無線基地局の構成例を示すブロック図である。

## 【0068】

本実施形態では、第 1 実施形態で説明した送信側無線基地局 1 が、前述した周波数制御部 13 及び送信信号生成部 14 に代えて、電力増幅器 161 と、位相回転器 164 と、周波数変換部 162 と、局部発振器 163 と、ベースバンド変調器 165 とを備えることを特徴とする。

## 【0069】

受信側無線基地局 2 において、希望波と干渉波の混ざり合った信号がアンテナに入力され、送受分離器 11 を介して干渉波周波数検出部 22、同期検波器 24 へ入力される。干渉波周波数検出部 22 では、干渉信号の搬送波周波数を検出し、検出された搬送波周波数は局部発振器 21 へ入力される。局部発振器 21 は、

干渉信号の搬送波周波数を基準周波数として同期検波器 24 へ入力する。

### 【0070】

同期検波器 24 へ入力された信号は、局部発振器 21 の発振周波数を基準として同期検波を行い、検波後の信号は干渉キャンセラ 25 及び周波数誤差検出部 27 に入力される。干渉キャンセラ 25 は入力された信号から、干渉成分を除去し希望信号を復調する。周波数誤差検出部 27 では入力された信号から搬送波周波数誤差を推定し、推定した搬送波周波数誤差量を情報信号生成部 28 へ入力する。情報信号生成部 28 では入力された周波数誤差量の情報を信号形式に変換し、送受分離器 23 及びアンテナを介して送信側無線基地局 1 へ送信する。

### 【0071】

送信側無線基地局においては、アンテナ及び送受分離器 11 を介して入力された周波数誤差情報信号が、位相回転器 164 へ入力される。位相回転器 164 は、入力された周波数誤差情報に基づいて得られる角速度で、ベースバンド変調器 165 の出力であるベースバンド信号の位相を回転させる。位相回転された信号は周波数変換部 162 及び電力増幅器 161 を介して送受分離器 11、アンテナへ入力され受信側無線基地局 2 へ送信される。

### 【0072】

なお、周波数変換部 162 を通過した後の信号は、

【数 1】

$$\{s(t)e^{j2\pi\Delta f t}\} \times e^{j2\pi f_c t} = s(t)e^{j2\pi(f_c + \Delta f)t}$$

となり、希望信号の搬送波周波数が、見かけ上で、干渉信号の搬送波周波数( $f_c + \Delta f$ )と一致する。

### 【0073】

[第 3 実施形態]

次いで、本発明の第 3 実施形態について説明する。図 4 は、本実施形態に係る受信側無線基地局及び送信側無線基地局の構成例を示すブロック図である。

## 【0074】

本実施形態では、図4に示すように、第2実施形態で説明した送信側無線基地局1が、前述した位相回転器164に代えて、局部発振器制御部166及び局部発振器163を備えることを特徴とする。局部発振器制御部166は、入力された周波数誤差情報に応じて、希望信号と干渉信号の搬送波周波数が一致するように、局部発振器163から出力される基準周波数を制御する回路である。また、局部発振器163は、局部発振器制御部166の制御に従って周波数変換部162の基準周波数を出力する回路である。周波数変換部162は、局部発振器163からの基準周波数に基づいて、ベースバンド変調器165からの出力信号の中心周波数を変換する。

## 【0075】

そして、受信側無線基地局2において、希望波と干渉波の混ざり合った信号がアンテナに入力され、送受分離器23を介して干渉波周波数検出部22、同期検波器24へ入力される。干渉波周波数検出部22では、干渉信号の搬送波周波数を検出し、検出された搬送波周波数は局部発振器21へ入力される。局部発振器21は、干渉信号の搬送波周波数を基準周波数として同期検波器24へ入力する。同期検波器24へ入力された信号は、局部発振器21の発振周波数を基準として同期検波を行い、検波後の信号は干渉キャンセラ25及び周波数誤差検出部27に入力される。干渉キャンセラ25は入力された信号から、干渉成分を除去し希望信号を復調する。

## 【0076】

周波数誤差検出部27では入力された信号から搬送波周波数誤差を推定し、推定した搬送波周波数誤差量を情報信号生成部28へ入力する。情報信号生成部28では入力された周波数誤差量の情報を信号形式に変換し、周波数誤差情報信号は、送受分離器23及びアンテナを介して送信側無線基地局1へ送信される。

## 【0077】

送信側無線基地局1においては、アンテナ及び送受分離器11を介して入力された周波数誤差情報信号が局部発振器制御部166へ入力される。局部発振器制御部166は、入力された周波数誤差情報に応じて、局部発振器163の周波数



を、希望信号と干渉信号の搬送波周波数が一致するように制御する。送信するデータは、ベースバンド変調器 1 6 5 においてベースバンド信号に変換され、周波数変換部 1 6 2 に入力される。

#### 【 0 0 7 8 】

周波数変換部 1 6 2 では、入力されたベースバンド信号の中心周波数を、局部発振器 1 6 3 から入力される基準信号を用いて変換し、電力増幅器 1 6 1 へ入力する。電力増幅器 1 6 1 で増幅された信号は、送受分離器 1 1 及びアンテナを介して受信側無線基地局 2 へ送信される。

#### 【 0 0 7 9 】

##### [第 4 実施形態]

次いで、本発明の第 4 実施形態について説明する。図 5 は、本実施形態に係る受信側無線基地局の構成例を表すブロック図である。なお、同図では、受信側無線基地局 2 で、周波数誤差を推定する場合を例に説明する。

#### 【 0 0 8 0 】

同期検波器 2 4 は、本実施形態では、設定された同期検波の基準周波数（ここでは、干渉波の搬送波周波数  $f_C + \Delta f$ ）で、受信信号を同期検波し、ベースバンド信号を干渉キャンセラ 2 5 に出力する。

#### 【 0 0 8 1 】

干渉キャンセラ 2 5 は、本実施形態では、同期検波器の出力ベースバンド信号を、干渉信号成分のみを除去し、残留信号として回転速度測定部 2 9 4 に出力する。なお、ここでの干渉信号成分が除去された残留信号は、角速度  $2\pi\Delta f$  で回転している希望信号と雑音からなる信号である。

#### 【 0 0 8 2 】

回転速度測定部 2 9 4 は、干渉キャンセラ 2 5 から入力される信号のうち希望信号成分の回転速度(角速度)を測定する回路であり、周波数誤差推定部 2 9 3 は、回転速度測定部 2 9 4 の測定結果に基づいて周波数誤差量を推定する回路である。このときの推定精度は C N R が高いほど向上するため、希望信号の電力を徐々に上げながら動作を繰り返すことで、より高い精度の周波数誤差推定が可能となる。また、周波数誤差量が十分に小さくなった後は、例えば、後述する第 1 5

実施形態で説明するように、干渉キャンセラ 25 の伝搬路推定値から希望信号の回転速度を推定する方法を用いることが可能である。

#### 【0083】

情報信号生成部 28 は、周波数誤差推定部 293 により得られた周波数誤差推定値を、情報信号に変換し、送受分離器 11 及びアンテナを介して送信側無線基地局 1 へ送信する回路である。

#### 【0084】

図 6 は、本実施形態に係る無線ネットワークシステムにおいて、周波数誤差の補償を行う場合の、送信側及び受信側無線基地局の動作フローを示す図である。ここでは、希望信号が搬送波周波数  $f_C$  で、干渉信号が搬送波周波数  $f_C + \Delta f$  で受信側無線基地局 2 へ入力されるものとする。

#### 【0085】

先ず、受信側無線基地局 2 において、所定の電力以上の電力で受信される干渉波を検出 (S201) すると、送信側無線基地局 1 に信号の送信を一旦停止するように指示を送る (S202)。送信側無線基地局 1 では指示に従い送信を停止する (S203)。

#### 【0086】

受信側無線基地局 2 は、信号送信を停止している間に干渉信号の搬送波周波数を検出する (S204)。具体的には、受信側無線基地局 2 において、希望波と干渉波の混ざり合った信号が送受分離器 23 を介して干渉波周波数検出部 22 へ入力され、干渉波周波数検出部 22 において、干渉信号の搬送波周波数を検出し、検出された搬送波周波数を、同期検波器 24 へ出力するとともに、干渉波周波数検出部 22 を介して局部発振器 21 へ出力する。

#### 【0087】

次いで、受信側無線基地局 2 は、同期検波器 24 の基準周波数を、干渉波周波数検出部 22 で検出された干渉信号の搬送波周波数に設定する (S205)。設定が完了すると、送信側無線基地局 1 に対して信号の送信を再開するように指示を送る (S206)。送信側無線基地局 1 では、送信再開指示を受けると、十分に小さい電力で単一のシンボルからなる信号の送信を開始する (S207 及び S

208)。

#### 【0088】

希望信号の送信が再開されると、受信側無線基地局2は、希望波と干渉波の合成信号から周波数誤差量 $\Delta f$ を推定(S209及びS210)する。具体的には、受信された希望信号からレプリカの減算を行うとともに、残留信号が、回転速度測定部294へ入力され、回転速度測定部294において、希望信号成分の回転速度(角速度)を測定し、周波数誤差推定部293により、周波数誤差量を推定する。

#### 【0089】

そして、推定した周波数誤差量を、情報信号生成部28を通じて送信側無線基地局1へ送信する(S211)。送信側無線基地局1においては、送信されてきた周波数誤差量に従い、ベースバンド信号を、各周波数 $2\pi\Delta f$ で回転させ、搬送波周波数を補正する(S212)。

#### 【0090】

##### [第5実施形態]

次いで、本発明の第5実施形態について説明する。図7は、本実施形態に係る受信側無線基地局及び送信側無線基地局の構成例を示すブロック図である。

#### 【0091】

本実施形態では、受信側無線基地局2において、希望信号及び干渉信号の位相差を測定する位相差測定部292と、希望波電力対干渉波電力比(CIR)を測定するCIR測定部291とを備え、情報信号生成部28は、位相差測定部292及びCIR測定部291により測定された位相情報とCIR情報に基づいて情報信号を生成し送信側無線基地局1に送信する。

#### 【0092】

なお、本実施形態においては、測定対象波として希望波を用い、受信品質としてCIRを用いるが、例えば、希望波信号対干渉信号電力比(CIR)の他、信号電力対干渉信号電力比(SIR)、信号電力対雑音電力比(SNR)、希望波信号電力対雑音電力比(CNR)、その他の受信品質を表す干渉波信号や雑音と、測定対象となる信号との比を用いることができる。

## 【0093】

一方、本実施形態に係る送信側無線基地局 1 は、希望信号の位相を制御する信号位相制御部 171 及び可変移相器 174 を備え、送信側無線基地局 1 で、信号位相制御部 171 によって希望信号の位相を、受信側無線基地局 2 での希望波と干渉波の位相差が受信側無線基地局 2 からの位相差情報と CIR 情報に従って決まる位相差となるように制御する。

## 【0094】

そして、このような本実施形態に係る無線通信システムでは、受信側無線基地局 2 において、送信側無線基地局 1 から送信された信号と干渉信号の混ざり合った合成信号がアンテナを介して入力され、送受分離器 23 を介して同期検波器 24 へ入力される。

## 【0095】

同期検波器 24 では、送受分離器 23 から入力された受信信号について同期検波を行い、検波後の信号を CIR 測定部 291、位相差測定部 292 及び干渉キャンセラ 25 へ入力する。干渉キャンセラ 25 は、入力された信号から、干渉信号を除去し、希望信号を復調する。CIR 測定部 291 では受信信号の CIR を測定し、位相差測定部 292 では希望信号と干渉信号の位相差を測定し、それぞれの測定結果が、情報信号生成部 28 へ入力される。

## 【0096】

情報信号生成部 28 においては、測定された CIR 及び位相差情報から送信側無線基地局 1 へ送信する情報信号を生成し、この CIR 及び位相差情報が含まれた情報信号は送受分離器 23 を介してアンテナへ入力され、送信側無線基地局 1 へ送信される。

## 【0097】

送信側無線基地局 1 では、受信側無線基地局 2 から送信された CIR 及び位相差情報を含む情報信号を受信し、受信された情報信号は送受分離器 11 を介して信号位相制御部 171 へ入力される。信号位相制御部 171 では、入力された CIR に対して、受信側無線基地局 2 の受信信号の希望信号と干渉信号の位相差が所定値となるように、可変移相器 174 を制御する移相量制御信号を出力し、送

信信号の移相を行わせる。

#### 【0098】

送信側無線基地局 1 から送信されるデータは、変調器 172 において変調された後、可変移相器 174 に入力される。可変移相器 174 は入力されたデータ変調信号を、信号位相制御部 171 から入力される移相量制御信号に従い、位相を制御して送受分離器 11 へ入力する。送受分離器 11 に入力された信号は、アンテナを介して受信側無線基地局 2 へ送信される。

#### 【0099】

##### [第 6 実施形態]

次いで、本発明の第 6 実施形態について説明する。図 8 は、本実施形態に係る信号位相制御部における移相量決定法を示す説明図である。本実施形態では、図 8 (a) に示すように、上述した第 5 実施形態における送信側無線基地局 1 が、情報取得部 176 を備えることを特徴とする。

#### 【0100】

情報取得部 176 は、図 8 (b) に示すように、対応表 176 a を格納し、受信側無線基地局 2 から情報信号として送信されてきた CIR 情報及び位相差情報から、対応表 176 a に基づいて得られる位相差(目標位相差)となるように信号位相制御部 171 を制御するモジュールである。対応表 176 a は、希望信号と干渉信号の CIR 値と、希望信号及び干渉信号を変調して得られる信号ベクトルを座標上に信号点として表した信号点間距離から得られる目標位相差との関係を記述したデータであり、希望信号と干渉信号の CIR 値に対して、希望信号と干渉信号の合成信号の最も近接する 2 信号点間の距離(最小信号点間距離)が所定値より大きくなる、或いは最大となる、希望波と干渉波との位相差の関係を保持する。

#### 【0101】

なお、本実施形態では、上述した対応表 176 a を参照することにより目標位相差を取得するようにしたが、例えば、受信側における CIR 値に対する最小信号点間距離を逐次計算し、この算出結果から目標位相差を算出するようにしてもよい。

## 【0102】

そして、このような本実施形態に係る無線通信システムでは、受信側無線基地局 2 の C I R 測定部 291 において測定された C I R 値は、送信側無線基地局 1 において、送受分離器 11 を介して情報取得部 176 へ入力される。情報取得部 176 は、対応表 176a に従って、入力された受信信号の C I R と最も近い所定の間隔の C I R を抽出し、その C I R に対応する位相差情報を目標位相差情報として抽出する。信号位相制御部 171 は、目標位相差情報と受信側無線基地局 2 から送信されてきた実際に受信されている信号の位相差情報から、受信側無線基地局 2 において、受信信号の位相差が目標値となるように、希望信号を回転させる移相量を決定する。

## 【0103】

## [第 7 実施形態]

次いで、本発明の第 7 実施形態について説明する。図 9 は、本実施形態に係る無線通信システムにおける、送信側無線基地局及び受信側無線基地局の構成例を示すブロック図である。なお、本実施形態においても、測定対象波として希望波を用い、受信品質として C I R を用いるが、例えば、希望波信号対干渉信号電力比 (C I R) の他、信号電力対干渉信号電力比 (S I R)、信号電力対雑音電力比 (S N R)、希望波信号電力対雑音電力比 (C N R)、その他の受信品質を表す干渉波信号や雑音と、測定対象となる信号との比を用いることができる。

## 【0104】

同図に示すように、本実施形態においては、受信側無線基地局 1 に C I R 測定部 291 と位相差測定部 292 が設けられているとともに、送信側無線基地局 1 に、送信電力制御部 173 及び可変増幅器 175 が設けられている。位相差測定部 292 及び C I R 測定部 291 は、希望信号と前記レプリカ生成型干渉キャンセラにより除去される干渉信号の位相差と C I R をそれぞれ測定するモジュールであり、送信電力制御部 173 及び可変増幅器 175 は、送信側無線基地局 1 において希望信号の送信電力を制御するモジュールである。

## 【0105】

そして、本実施形態では、受信側無線基地局 2 において、位相差測定部 292

により測定された受信信号の希望信号と干渉信号の位相差情報は、情報信号として送信側無線基地局 1 に送信され、送信側無線基地局 1 において、情報取得部 176 へ入力される。この入力された情報に従って送信電力制御部 173 は、受信側無線基地局 2 から送信されてきた、実際に受信されている信号の CIR 値情報から、受信側無線基地局 2 において、受信信号の CIR 値が目標値となるように、希望信号の送信電力を制御する。

#### 【0106】

そして、このような本実施形態に係る無線通信システムでは、受信側無線基地局 2 において、送信側無線基地局から送信された信号と干渉信号の混ざり合った合成信号がアンテナを介して入力され、送受分離器 23 を介して同期検波器 24 へ入力される。同期検波器 24 では入力された受信信号を同期検波し、検波後の信号を CIR 測定部 291、位相差測定部 292 及び干渉キャンセラ 25 へ入力する。

#### 【0107】

干渉キャンセラ 25 は、入力された信号から、干渉信号を除去し、希望信号を復調する。CIR 測定部 291 では、受信信号の CIR を、位相差測定部では希望信号と干渉信号の位相差をそれぞれ測定し、情報信号生成部 28 へ入力する。情報信号生成部 28 においては、測定された CIR 及び位相差情報を送信側無線基地局 1 へ送信する情報信号を生成し、生成した情報信号は送受分離器 23 を介してアンテナへ入力され、送信側無線基地局 1 へ送信される。

#### 【0108】

送信側無線基地局 1 では、受信側無線基地局 2 から送信された CIR・位相差情報信号を受信し、受信された信号は送信電力制御部 173 へ入力される。送信電力制御部 173 では、入力された受信信号の希望信号と干渉信号の位相差に対して、受信側無線基地局 2 の受信信号の CIR が所定値となるように、可変増幅器 175 を制御する信号を出力する。送信側無線基地局 1 から送信されるデータは変調器 172 において変調された後、可変増幅器 175 に入力される。可変増幅器は入力されたデータ変調信号を、送信電力制御部 173 から入力される送信電力制御信号に従い、位相を制御して送受分離器 11 へ入力する。送受分離器 1

1 に入力された信号は、アンテナを介して受信側無線基地局 2 へ送信される。

#### 【0109】

##### [第8実施形態]

次いで、本発明の第8実施形態について説明する。図10は、本実施形態に係る送信電力制御部における送信電力決定法を示す説明図である。本実施形態では、図10(a)に示すように、上述した第7実施形態における送信側無線基地局1が、情報取得部176を備えることを特徴とする。

#### 【0110】

情報取得部176は、図10(b)に示すように、対応表176aを格納し、受信側無線基地局2から情報信号として送信されてきたCIR情報及び位相差情報から、対応表176aに基づいて得られる送信電力(目標CIR)となるように送信電力173を制御するモジュールである。対応表176aは、希望信号と干渉信号のCIR値と、希望信号及び干渉信号を変調して得られる信号ベクトルを座標上に信号点として表したときの信号点間距離との関係を記述したデータであり、希望信号と干渉信号の位相差に対して、希望信号と干渉信号の合成信号の最も近接する2信号点間の距離(最小信号点間距離)が所定値より大きくなる、或いは最大となる、CIRを目標CIRとして保持する。

#### 【0111】

受信側無線基地局2において、位相差測定部292により測定された受信信号の希望信号と干渉信号の位相差情報は、情報信号として送信側無線基地局1に送信され、送信側無線基地局1において、情報取得部176へ入力される。情報取得部176は、対応表176aに基づいて、入力された受信信号の位相差と最も近い前記所定の間隔の位相差を抽出し、その位相差に対応するCIR値情報を目標CIR情報として抽出する。この抽出された情報に従って送信電力制御部173は、目標CIR情報と受信側無線基地局2から送信されてきた、実際に受信されている信号のCIR値情報から、受信側無線基地局2において、受信信号のCIR値が目標値となるように、希望信号の送信電力を制御する。

#### 【0112】

そして、このような本実施形態に係る無線通信システムでは、受信側無線基地



局 2 において、送信側無線基地局から送信された信号と干渉信号の混ざり合った合成信号がアンテナを介して入力され、送受分離器 2 3 を介して同期検波器 2 4 へ入力される。同期検波器 2 4 では入力された受信信号を同期検波し、検波後の信号を C I R 測定部 2 9 1、位相差測定部 2 9 2 及び干渉キャンセラ 2 5 へ入力する。

#### 【0 1 1 3】

干渉キャンセラ 2 5 は、入力された信号から、干渉信号を除去し、希望信号を復調する。C I R 測定部 2 9 1 では、受信信号の C I R を、位相差測定部では希望信号と干渉信号の位相差をそれぞれ測定し、情報信号生成部 2 8 へ入力する。情報信号生成部 2 8 においては、測定された C I R 及び位相差情報を送信側無線基地局 1 へ送信する情報信号を生成し、生成した情報信号は送受分離器 2 3 を介してアンテナへ入力され、送信側無線基地局 1 へ送信される。

#### 【0 1 1 4】

送信側無線基地局 1 では、受信側無線基地局 2 から送信された C I R ・位相差情報信号を受信し、受信された信号は送信電力制御部 1 7 3 へ入力される。送信電力制御部 1 7 3 では、入力された受信信号の希望信号と干渉信号の位相差に対して、対応表 1 7 6 a に基づいて、受信側無線基地局 2 の受信信号の C I R が所定値となるように、可変増幅器 1 7 5 を制御する信号を出力する。送信側無線基地局 1 から送信されるデータは変調器 1 7 2 において変調された後、可変増幅器 1 7 5 に入力される。可変増幅器は入力されたデータ変調信号を、送信電力制御部 1 7 3 から入力される送信電力制御信号に従い、位相を制御して送受分離器 1 1 へ入力する。送受分離器 1 1 に入力された信号は、アンテナを介して受信側無線基地局 2 へ送信される。

#### 【0 1 1 5】

##### [第 9 実施形態]

次いで、本発明の第 9 実施形態について説明する。図 1 1 は、本実施形態に係る送信側無線基地局及び受信側無線基地局の構成例を表すブロック図である。

#### 【0 1 1 6】

なお、本実施形態においても、測定対象波として希望波を用い、受信品質とし

てCIRを用いるが、例えば、希望波信号対干渉信号電力比（CIR）の他、信号電力対干渉信号電力比（SIR）、信号電力対雑音電力比（SNR）、希望波信号電力対雑音電力比（CNR）、その他の受信品質を表す干渉波信号や雑音と、測定対象となる信号との比を用いることができる。

#### 【0117】

本実施形態では、送信側無線基地局1が、希望信号の送信電力を制御する送信電力制御部173及び可変増幅器175と、希望信号の位相を制御する信号位相制御部171及び可変移相器174と、情報取得部176とを有することを特徴とする。

#### 【0118】

信号位相制御部171は、受信側無線基地局1における希望信号と干渉信号との位相差が、情報取得部176で取得される目標位相差となるように送信信号の位相を制御するモジュールである。なお、本実施形態において、位相制御部171は、受信側無線基地2からのCIR情報に基づいて、受信側無線基地局2で位相差測定部292によって測定される位相差を、最小信号点間距離が最大となるように、希望信号の位相を変動させることにより制御する。

#### 【0119】

一方、送信電力制御部173は、前記送信電力制御手段は、受信側無線基地局におけるCIRが、情報取得部176において取得される目標CIRとなるように、希望信号の送信電力を制御するモジュールである。なお、本実施形態において、送信電力制御部173は、目標位相差に基づいて、受信側無線基地局2でCIR測定部291によって測定されるCIRを、最小信号点間距離が最大とするように、希望信号の送信電力を変動させることにより制御する。

#### 【0120】

情報取得部176は、希望信号及び干渉信号を変調して得られる信号ベクトルを座標上に信号点として表し、これら各信号ベクトルを組み合わせ得られる合成信号の2信号点間の座標上における距離の最小値である最小信号点間距離を、所定のCIRに対して希望信号成分を任意角度回転させて、最小信号点間距離と希望信号及び干渉信号の位相差との関係として算出する機能を有する。また、情

報取得部 176 は、上記各信号ベクトルを組み合わせ得られる合成信号の 2 信号点間の前記座標上における距離の最小値である最小信号点間距離を、所定の希望信号と干渉信号の位相差に対して希望信号の送信電力を変化させて、最小信号点間距離と送信電力との関係として算出する機能を有する。

#### 【0121】

そして、この情報取得部 176 は、上記算出結果と、位相差測定部 292 及び CIR 測定部 291 の測定結果とに基づいて目標位相差や目標 CIR を取得する機能を備え、取得した目標 CIR 値として送信電力制御部 173 へ、取得した目標位相差情報を信号位相制御部 171 へ入力する。

#### 【0122】

ここで、送信電力制御部 173、信号位相制御部 171 及び情報取得部 176 の動作について詳述する。

#### 【0123】

受信側無線基地局 2 の CIR 測定部 291 において測定された CIR 値及び位相差は、情報信号として送信側無線基地局 1 へ送信され、送信側無線基地局 1 において、信号位相制御部 171、送信電力制御部 173 及び情報取得部 176 へ入力される。

#### 【0124】

ここで、情報取得部 176 では、入力された CIR に対して希望信号成分を任意角度回転させて最小信号点間距離と希望信号及び干渉信号の位相差との関係を算出し、この算出結果と、情報信号とに基づいて、目標位相差情報を取得し、これを信号位相制御部 171 へ入力する。また、情報取得部 176 は、入力された目標位相差に対して希望信号の送信電力を変化させて、最小信号点間距離と送信電力との関係として算出し、この算出結果と、情報信号とに基づいて、目標 CIR 情報を取得し、これを送信電力制御部 173 へ入力する。

#### 【0125】

信号位相制御部 171 においては、入力された目標位相差情報と、受信信号の位相差情報に基づき、受信信号の位相差が目標位相差となるように希望信号の移相量を決定する。送信電力制御部 173 は、入力される目標 CIR 情報と受信信

号の C I R 情報から、受信信号の C I R が目標 C I R に近付くように希望信号の送信電力を決定する。

#### 【0126】

そして、このような本実施形態に係る無線通信システムでは、送信側無線基地局 1 から送信された信号と干渉信号の混ざり合った合成信号がアンテナを介して入力され、送受分離器 23 を介して同期検波器 24 へ入力される。同期検波器 24 では入力された受信信号について同期検波を行い、検波後の信号を C I R 測定部 291、位相差測定部 292 及び干渉キャンセラ 25 へ入力する。

#### 【0127】

干渉キャンセラ 25 は、入力された信号から、干渉信号を除去し、希望信号を復調する。C I R 測定部 291 では、受信信号の C I R を、位相差測定部 292 では希望信号と干渉信号の位相差をそれぞれ測定し、情報信号生成部 28 へ入力する。

#### 【0128】

情報信号生成部 28 においては、測定された C I R 及び位相差情報を送信側無線基地局 1 へ送信する情報信号を生成し、生成した信号は送受分離器 23 を介してアンテナへ入力され、送信側無線基地局 1 へ送信される。

#### 【0129】

一方、送信側無線基地局 1 では、受信側無線基地局 2 から送信された C I R ・位相差情報が含まれる情報信号を受信し、受信された情報信号は、送受分離器 11 を介して送信電力制御部 173、信号位相制御部 171 及び情報取得部 176 へ入力される。

#### 【0130】

情報取得部 176 では、入力された C I R に対して希望信号成分を任意角度回転させて最小信号点間距離と希望信号及び干渉信号の位相差との関係を算出し、この算出結果と、情報信号とに基づいて、目標位相差情報を取得し、これを信号位相制御部 171 へ入力する。また、情報取得部 176 は、入力された目標位相差に対して希望信号の送信電力を変化させて、最小信号点間距離と送信電力との関係として算出し、この算出結果に基づいて、目標 C I R 情報を取得し、これを

送信電力制御部 173 に入力する。

#### 【0131】

信号位相制御部 171 は、入力された目標位相差情報と、実際に受信側無線基地局 2 において受信されている信号の位相差から、受信信号の位相差が目標位相差となるように希望信号の移相量を決定し、可変移相器 174 を制御する移相量制御信号を出力する。送信電力制御部 173 では、入力された受信側無線基地局 2 において受信された信号の CIR 情報及び情報取得部 176 から入力された目標 CIR 値に基づき、受信信号の CIR が目標 CIR となるように希望信号の送信電力を決定し、可変増幅器 175 を制御する信号を出力する。

#### 【0132】

送信側無線基地局 1 から送信されるデータは、変調器 172 において変調された後、可変移相器 174 を介して可変増幅器 175 に入力される。可変移相器 174 及び可変増幅器 175 は入力されたデータ変調信号を、信号位相制御部 171 から入力される移相量制御信号、及び送信電力制御部 173 から入力される信号電力制御信号に従い、位相と送信電力を制御して送受分離器 11 へ入力する。送受分離器 11 に入力された信号は、アンテナを介して受信側無線基地局 2 へ送信される。

#### 【0133】

(変更例 1)

なお、本実施形態に係る情報取得部 176 は、入力された CIR や位相差に基づいて目標位相差や目標 CIR を算出するようにしたが、以下のような変更を加えることができる。図 12 は、本変更例に係る送信電力制御部 173 及び信号位相制御部 171 の動作を示すブロック図である。

#### 【0134】

すなわち、図 12 に示すように、情報取得部 176 が、前記希望信号及び干渉信号の位相差と前記信号点間距離との関係に対応表 176a として保持し、前記目標位相差を、CIR 情報に基づいて対応表 176a から抽出するようにしてもよい。また、この対応表 176a は、希望信号の送信電力と前記信号点間距離との関係をも保持し、前記目標 CIR は、位相差情報に基づいて対応表 176a か

ら抽出するようにしてもよい。対応表 176 a は、希望信号と干渉信号の C I R 値と、希望信号及び干渉信号を変調して得られる信号ベクトルを座標上に信号点として表したときの信号点間距離との関係を記述したテーブルデータである。

#### 【0135】

そして、情報取得部 176 は、送受分離器 11 から入力された C I R 情報に最も近い C I R 値に対応する目標位相差情報を対応表 176 a から抽出し、最も近い C I R 値を目標 C I R 値として送信電力制御部 173 へ出力し、抽出した目標位相差情報を信号位相制御部 171 へ入力する。

#### 【0136】

ここで、送信電力制御部 173 及び信号位相制御部 171 の動作について詳述する。受信側無線基地局 2 の C I R 測定部 291 において測定された C I R 値は、情報信号として送信側無線基地局 1 へ送信され、送信側無線基地局 1 において、送信電力制御部 173 及び情報取得部 176 へ入力される。

#### 【0137】

一方、受信側無線基地局 2 の位相差測定部 292 において得られる希望信号と干渉信号の位相差は、情報信号として送信側無線基地局 1 へ送信され、信号位相制御部 171 へ入力される。ここで、情報取得部 176 では、対応表 176 a により、入力された受信信号の C I R と最も近い所定の間隔の C I R を抽出し、その C I R を目標 C I R 情報として送信電力制御部 173 へ入力し、対応する目標位相差情報を信号位相制御部 171 へ入力する。

#### 【0138】

信号位相制御部 171 においては、入力された目標位相差情報と、受信信号の位相差情報に基づき、受信信号の位相差が目標位相差となるように希望信号の移相量を決定する。送信電力制御部 173 は、入力される目標 C I R 情報と受信信号の C I R 情報から、受信信号の C I R が目標 C I R に近付くように希望信号の送信電力を決定する。

#### 【0139】

そして、このような変更例に係る無線通信システムでは、送信側無線基地局 1 から送信された信号と干渉信号の混ざり合った合成信号がアンテナを介して入力

され、送受分離器 23 を介して同期検波器 24 へ入力される。同期検波器 24 では入力された受信信号について同期検波を行い、検波後の信号を CIR 測定部 291、位相差測定部 292 及び干渉キャンセラ 25 へ入力する。

#### 【0140】

干渉キャンセラ 25 は、入力された信号から、干渉信号を除去し、希望信号を復調する。CIR 測定部 291 では、受信信号の CIR を、位相差測定部 292 では希望信号と干渉信号の位相差をそれぞれ測定し、情報信号生成部 28 へ入力する。

#### 【0141】

情報信号生成部 28 においては、測定された CIR 及び位相差情報を送信側無線基地局 1 へ送信する情報信号を生成し、生成した信号は送受分離器 23 を介してアンテナへ入力され、送信側無線基地局 1 へ送信される。

#### 【0142】

一方、送信側無線基地局 1 では、受信側無線基地局 2 から送信された CIR・位相差情報が含まれる情報信号を受信し、受信された情報信号は、送受分離器 11 を介して送信電力制御部 173、信号位相制御部 171 及び情報取得部 176 へ入力される。

#### 【0143】

情報取得部 176 では、入力された CIR 情報に最も近い CIR 値に対応する目標位相差情報を対応表 176a から抽出し、最も近い CIR 値を目標 CIR 値として送信電力制御部 173 へ入力し、抽出した目標位相差情報を信号位相制御部 171 へ入力する。

#### 【0144】

信号位相制御部 171 は、入力された目標位相差情報と、実際に受信側無線基地局 2 において受信されている信号の位相差から、受信信号の位相差が目標位相差となるように希望信号の移相量を決定し、可変移相器 174 を制御する移相量制御信号を出力する。送信電力制御部 173 では、入力された受信側無線基地局 2 において受信された信号の CIR 情報及び情報取得部 176 から入力された目標 CIR 値に基づき、受信信号の CIR が目標 CIR となるように希望信号の送

信電力を決定し、可変増幅器 175 を制御する信号を出力する。

#### 【0145】

送信側無線基地局 1 から送信されるデータは、変調器 172 において変調された後、可変移相器 174 を介して可変増幅器 175 に入力される。可変移相器 174 及び可変増幅器 175 は入力されたデータ変調信号を、信号位相制御部 171 から入力される移相量制御信号、及び送信電力制御部 173 から入力される信号電力制御信号に従い、位相と送信電力を制御して送受分離器 11 へ入力する。送受分離器 11 に入力された信号は、アンテナを介して受信側無線基地局 2 へ送信される。

#### 【0146】

(変更例 2)

本実施形態において、信号位相制御部 171 は、受信側無線基地 2 からの CIR 情報に基づいて、受信側無線基地局 2 で位相差測定部 292 によって測定される位相差を、最小信号点間距離が最大となるように、希望信号の位相を変動させることにより制御したが、例えば、送信側無線基地局 1 において、CIR 情報に基づいて、最小信号点間距離の所定の幅の位相差に対する平均値が最大となる位相差の区間を検索し、受信側無線基地局 2 における位相差が、検索した位相差の区間の中央値となるように、希望信号の位相を変動させるようにしてもよい。

#### 【0147】

[第 10 実施形態]

次いで、本発明の第 10 実施形態について説明する。図 13 は、本実施形態に係る無線通信システムにおける、送信側無線基地局及び受信側無線基地局の構成例を示すブロック図である。なお、本実施形態においては、測定対象波として希望波を用い、受信品質として CIR 及び CNR を用いるが、例えば、この他、信号電力対干渉信号電力比 (SIR)、信号電力対雑音電力比 (SNR)、その他の受信品質を表す干渉波信号や雑音と、測定対象となる信号との比を用いることができる。

#### 【0148】

本実施形態では、上述した第 9 実施形態における受信側無線基地局 2 が、希望



信号の搬送波電力対雑音電力比(CNR)を測定するCIR測定部291を備え、このCIR測定部291により得られるCNR情報に基づき、受信側無線基地局2において、希望信号のCNRが所定値を下回らない範囲で、受信側無線基地局2でのCIR測定部291によって測定されるCIRが、目標位相差に対応するCIR値になるように、希望信号の送信電力を制御することを特徴とする。

#### 【0149】

図14は、本実施形態に係る送信電力制御部及び信号位相制御部の動作を示すブロック図である。

#### 【0150】

受信側無線基地局2のCIR測定部291において測定されたCIR値、位相差測定部292において得られる希望信号と干渉信号の位相差、及びCIR測定部291において得られる希望信号のCNR情報は、情報信号として送信側無線基地局1に送信される。

#### 【0151】

この情報信号により、CIR値情報は、送信電力制御部173及び情報取得部176へ、位相差情報は、信号位相制御部171へ、CNR情報は情報取得部176へそれぞれ入力される。ここで、情報取得部176は、所定の間隔のCIRごとに、最小信号点間距離が所要の値より大きくなる希望信号と干渉信号の位相差に関する情報を予め対応表176aとして保有しておき、送信電力制御を実行した場合にCNRが所要値以下にならない範囲で、入力された受信信号のCIRと最も近い前記所定の間隔のCIRを抽出し、そのCIRを目標CIR情報として送信電力制御部173へ入力し、対応する目標位相差情報を信号位相制御部171へ入力する。

#### 【0152】

信号位相制御部171においては、入力された目標位相差情報と、受信信号の位相差情報に基づき、受信信号の位相差が目標位相差となるように希望信号の移相量を決定する。送信電力制御部173は、入力される目標CIR情報と受信信号のCIR情報から、受信信号のCIRが目標CIRに近付くように希望信号の送信電力を決定する。

## 【0153】

そして、このような本実施形態に係る無線通信システムでは、受信側無線基地局 2 において、送信側無線基地局 1 から送信された信号と干渉信号の混ざり合った合成信号がアンテナを介して入力され、送受分離器 23 を介して同期検波器 24 へ入力される。同期検波器 24 では入力された受信信号について同期検波を行い、検波後の信号を CIR 測定部 291、位相差測定部 292、CIR 測定部 291 及び干渉キャンセラ 25 へ入力される。

## 【0154】

干渉キャンセラ 25 では、入力された信号から、干渉信号を除去し、希望信号を復調する。CIR 測定部 291 では、受信信号の CIR を測定し、位相差測定部 292 では希望信号と干渉信号の位相差を測定し、CIR 測定部 291 では希望信号の CNR を測定し、それぞれの測定結果を情報信号生成部 28 へ入力する。

## 【0155】

情報信号生成部 28 においては、測定された CIR、位相差及び CNR 情報から情報信号を生成し、生成した情報信号は送受分離器 23 を介してアンテナへ入力し、送信側無線基地局 1 へ送信される。

## 【0156】

送信側無線基地局 1 では、受信側無線基地局 2 から送信された CIR・位相差・CNR 情報信号を受信し、受信された信号は送受分離器 11 を介して送信電力制御部 173、信号位相制御部 171 及び情報取得部 176 へ入力される。情報取得部 176 では、送信電力制御を実行した場合に CNR が所要値を下回らない範囲で、入力された CIR 情報に最も近い CIR 値に対応する目標位相差情報を対応表から抽出し、最も近い CIR 値を目標 CIR 値として送信電力制御部 173 へ入力し、抽出した目標位相差情報を信号位相制御部 171 へ入力する。信号位相制御部 171 は、入力された目標位相差情報と、実際に受信側無線基地局 2 において受信されている信号の位相差から、受信信号の位相差が目標位相差となるように希望信号の移相量を決定し、可変移相器 174 を制御する移相量制御信号を出力する。

## 【0157】

送信電力制御部 173 では、受信側無線基地局 2 において受信された信号の CIR 情報及び情報取得部 176 から入力された目標 CIR 値に基づき、受信信号の CIR が目標 CIR となるように希望信号の送信電力を決定し、可変増幅器 175 を制御する信号を出力する。送信されるデータは変調器において変調された後、可変移相器 174 を介して可変増幅器 175 に入力される。可変移相器 174 及び可変増幅器 175 は、入力されたデータ変調信号を、信号位相制御部 171 から入力される移相量制御信号、及び送信電力制御部 173 から入力される信号電力制御信号に従い、位相と送信電力を制御して送受分離器へ入力する。送受分離器 11 に入力された信号は、アンテナを介して受信側無線基地局 2 へ送信される。

## 【0158】

## [第 11 実施形態]

次いで、本発明の第 11 実施形態について説明する。図 15 は、本実施形態に係る無線通信システムにおける、送信側無線基地局及び受信側無線基地局の構成例を示すブロック図である。

## 【0159】

なお、本実施形態においても、測定対象波として希望波を用い、受信品質として CIR を用いるが、例えば、希望波信号対干渉信号電力比 (CIR) の他、信号電力対干渉信号電力比 (SIR)、信号電力対雑音電力比 (SNR)、希望波信号電力対雑音電力比 (CNR)、その他の受信品質を表す干渉波信号や雑音と、測定対象となる信号との比を用いることができる。

## 【0160】

本実施形態において、受信側無線基地局 2 の干渉キャンセラ 4 は、希望信号と干渉信号の伝搬路を推定する伝搬路推定部 41 と、伝搬路推定部 41 において推定した伝搬路推定値を用いて、希望信号と干渉信号のシンボル候補に対して受信信号のレプリカを生成するレプリカ生成手段 43, 44 と、レプリカ生成手段 43, 44 において生成される受信信号レプリカと実際に受信された信号とを比較し、実際に受信した信号に最も近い受信信号レプリカを生成するシンボル候補の

希望信号成分を出力する最尤推定部 42 を備えている。

#### 【0161】

一方、本実施形態に係る送信側無線基地局 1 は、周波数誤差補償により希望信号と干渉信号の搬送波周波数を一致させる周波数制御部 13 と、信号位相制御により送信信号の位相を制御する信号位相制御部 171 を有している。本実施形態において信号位相制御部 171 は、受信側無線基地 2 における希望信号シンボルと干渉信号シンボルの異なる組み合わせに対して合成信号レプリカの信号点同士の距離が十分に大きくなるように希望信号の位相を制御する機能を有する。

#### 【0162】

そして、このような本実施形態に係る無線通信システムでは、受信側無線基地局 2 において、希望波と干渉波の混ざり合った信号がアンテナを介して送受分離器 23 へ入力される。受信側無線基地局 2 は、所定の電力以上の電力の干渉波を検出すると、送信側無線基地局 1 に信号の送信を一旦停止するように指示を送る。送信側無線基地局 1 では、受信側無線基地局 2 の指示に従い送信を停止する。

#### 【0163】

受信側無線基地局 2 は、信号送信を停止している間に干渉信号の搬送波周波数を検出し、干渉信号の搬送波周波数を同期検波器の基準周波数に設定する。設定が完了すると、送信側無線基地局に対して信号の送信を再開するように指示を送る。

#### 【0164】

送信側無線基地局 1 では、送信再開指示を受けると、十分に小さい電力で単一のシンボルからなる信号の送信を開始する。希望信号の送信が再開されると、受信側無線基地局 2 は、希望波と干渉波の合成信号から周波数誤差量を推定し、推定した周波数誤差量を送信側無線基地局 1 へ送信する。送信側無線基地局 1 においては、送信されてきた周波数誤差量に従い、搬送波周波数を制御する。

#### 【0165】

周波数誤差補償動作が終了すると、受信側無線基地局 2 では、送信側無線基地局 1 に対してデータ信号送信を開始するように指示を与え、送信側無線基地局 1 は指示に従い、データ信号の送信を開始する。送信されたデータ信号は干渉信号

と混ざり合い、アンテナを介して送受分離器 23 へ入力され、送受分離器 23 へ入力された信号は、同期検波器 24 へ入力される。

#### 【0166】

同期検波器 24 では、干渉信号の搬送波周波数を基準として同期検波を行い、検波後の信号は、CIR・位相差測定部 297 と干渉キャンセラ内の減算器 46, 47 へ入力される。CIR・位相差測定部 297 で測定された CIR と希望信号と干渉信号の位相差は、情報信号生成部 28 へ入力され、情報信号生成部 28 で生成された CIR・位相差情報信号は、送受分離器 23 及びアンテナを介して送信側無線基地局 1 へ送信される。

#### 【0167】

干渉キャンセラ 25 では、希望信号と干渉信号のシンボル候補に対して、それぞれの伝搬路を推定してレプリカを生成し、それらのレプリカの和をとることにより受信信号レプリカが生成される。希望信号と干渉信号のシンボル候補に対して生成される受信信号レプリカは、入力される受信信号と比較され、最も受信信号に近いレプリカを与える希望信号と干渉信号のシンボル候補組の、希望シンボルを復調結果として出力する。

#### 【0168】

送信側無線基地局 1 では、受信側無線基地局 2 から送信された CIR・位相差情報信号を受信し、受信された信号は送受分離器 11 を介して信号位相制御部 171 へ入力される。信号位相制御部 171 では、入力された CIR に対して、受信側無線基地局 2 の受信信号の最小信号点間距離が所定値より大きくなるように、可変移相器 174 を制御する信号を出力する。すなわち、信号位相制御部 171 により、受信側無線基地 2 における希望信号シンボルと干渉信号シンボルの異なる組み合わせに対して合成信号レプリカの信号点同士の距離が十分に大きくなるように、可変移相器 174 における希望信号の位相を制御する。

#### 【0169】

送信されるデータは変調器 172 において変調された後、可変移相器 174 に入力される。可変移相器 174 は、入力されたデータ変調信号を、信号位相制御部 171 から入力される移相量制御信号に従い、位相を制御して送受分離器へ入

力する。送受分離器 11 に入力された信号は、アンテナを介して受信側無線基地局 2 へ送信される。

#### 【0170】

##### [第12実施形態]

次いで、本発明の第12実施形態について説明する。図16は、本実施形態に係る無線通信システムにおける、送信側無線基地局及び受信側無線基地局の構成例を示すブロック図である。

#### 【0171】

なお、本実施形態においても、測定対象波として希望波を用い、受信品質としてCIRを用いるが、例えば、希望波信号対干渉信号電力比(CIR)の他、信号電力対干渉信号電力比(SIR)、信号電力対雑音電力比(SNR)、希望波信号電力対雑音電力比(CNR)、その他の受信品質を表す干渉波信号や雑音と、測定対象となる信号との比を用いることができる。

#### 【0172】

本実施形態において、受信側無線基地局2は、希望信号と干渉信号の伝搬路を推定する伝搬路推定部41と、伝搬路推定部41において推定した伝搬路推定値を用いて、希望信号と干渉信号のシンボル候補に対して受信信号のレプリカを生成するレプリカ生成手段47と、レプリカ生成手段47において生成される受信信号レプリカと実際に受信された信号とを比較し、実際に受信した信号に最も近い受信信号レプリカを生成するシンボル候補の希望信号成分を出力する最尤推定部42を備えている。

#### 【0173】

一方、本実施形態に係る送信側無線基地局1は、周波数誤差補償により希望信号と干渉信号の搬送波周波数を一致させる周波数制御部13と、送信電力を制御する送信電力制御部173を有している。この送信電力制御部173は、受信側無線基地2における、希望信号シンボルと干渉信号シンボルの異なる組み合わせに対して合成信号レプリカの信号点同士の距離が十分に大きくなるように希望信号の送信電力を制御する。

#### 【0174】

そして、このような本実施形態に係る無線通信システムでは、受信側無線基地局 2 において、希望波と干渉波の混ざり合った信号がアンテナを介して送受分離器 23 へ入力される。受信側無線基地局 2 は、所定の電力以上の電力の干渉波を検出すると、送信側無線基地局 1 に信号の送信を一旦停止するように指示を送る。送信側無線基地局では、指示に従い送信を停止する。

#### 【0175】

受信側無線基地局 2 は、信号送信を停止している間に干渉信号の搬送波周波数を検出し、干渉信号の搬送波周波数を同期検波器 24 の基準周波数に設定する。設定が完了すると、送信側無線基地局 1 に対して信号の送信を再開するように指示を送る。

#### 【0176】

送信側無線基地局 1 は、送信再開指示を受けると、十分に小さい電力で単一のシンボルからなる信号の送信を開始する。希望信号の送信が再開されると、受信側無線基地局 2 は、希望波と干渉波の合成信号から周波数誤差量を推定し、推定した周波数誤差量を送信側無線基地局 1 へ送信する。送信側無線基地局 1 においては、送信されてきた周波数誤差量に従い、搬送波周波数を制御する。

#### 【0177】

周波数誤差補償動作が終了すると、受信側無線基地局 2 は、送信側無線基地局 1 に対してデータ信号送信を開始するように指示を与え、送信側無線基地局 1 は、指示に従い、データ信号の送信を開始する。送信されたデータ信号は干渉信号と混ざり合い、アンテナを介して送受分離器へ入力され、送受分離器 23 へ入力された信号は、同期検波器 24 へ入力される。

#### 【0178】

同期検波器 24 では、干渉信号の搬送波周波数を基準として同期検波を行い、検波後の信号は CIR・位相差測定部と干渉キャンセラ内の減算器へ入力される。CIR・位相差測定部 297 で測定された CIR と希望信号と干渉信号の位相差は情報信号生成部 28 へ入力され、情報信号生成部 28 において生成される CIR・位相差情報信号は、送受分離器及びアンテナを介して送信側無線基地局 1 へ送信される。

## 【0179】

干渉キャンセラ 25 では、希望信号と干渉信号のシンボル候補に対して、それぞれの伝搬路を推定してレプリカを生成し、それらのレプリカの和を算出することにより受信信号レプリカが生成される。希望信号と干渉信号のシンボル候補に対して生成される受信信号レプリカは、入力される受信信号と比較され、最も受信信号に近いレプリカを与える希望信号と干渉信号のシンボル候補組の、希望シンボルを復調結果として出力する。

## 【0180】

送信側無線基地局 1 は、受信側無線基地局 2 から送信された CIR・位相差情報信号を受信し、受信された信号は、送受分離器 23 を介して送信電力制御部 173 へ入力される。送信電力制御部 173 では、入力された希望信号と干渉信号の位相差に対して、受信側無線基地局 2 における受信信号の最小信号点間距離が所定値より大きくなるように、可変増幅器 175 を制御する信号を出力する。送信されるデータは、変調器 172 において変調された後、可変増幅器 175 に入力される。すなわち、送信電力制御部 173 は、受信側無線基地局 2 における、希望信号シンボルと干渉信号シンボルの異なる組み合わせに対して合成信号レプリカの信号点同士の距離が十分に大きくなるように希望信号の送信電力を制御する。

## 【0181】

可変増幅器 175 では、入力されたデータ変調信号を、送信電力制御部 173 から入力される送信電力制御信号に従い、送信電力を制御して送受分離器 11 へ入力する。送受分離器 11 に入力された信号は、アンテナを介して受信側無線基地局 2 へ送信される。

## 【0182】

## [第 13 実施形態]

次いで、本発明の第 13 実施形態について説明する。図 17 は、本実施形態に係る無線通信システムにおける、送信側無線基地局及び受信側無線基地局の構成例を示すブロック図である。

## 【0183】



なお、本実施形態においても、測定対象波として希望波を用い、受信品質としてCIRを用いるが、例えば、希望波信号対干渉信号電力比（CIR）の他、信号電力対干渉信号電力比（SIR）、信号電力対雑音電力比（SNR）、希望波信号電力対雑音電力比（CNR）、その他の受信品質を表す干渉波信号や雑音と、測定対象となる信号との比を用いることができる。

#### 【0184】

本実施形態では、送信側無線基地局1において、送信電力を監視する電力監視部52と、CIR計算部51と、目標CIRを決定する目標CIR決定部55とを備えることを特徴とする。

#### 【0185】

このCIR計算部51は、所定の間隔の希望信号と干渉信号のCIR及び位相差に対して、最小信号点間距離を計算し保持するとともに、受信側より送信されてきたCIR情報と実際に信号を送信している送信電力と増幅器の可変幅の上限及び下限から、受信側におけるCIRの最大値及び最小値を計算するモジュールであり、受信側無線基地局2で測定される希望信号と干渉信号の位相差に対して、受信側におけるCIR測定値の最大値及び最小値の範囲で、最小信号点間距離を最大にするCIRになるように、可変増幅器53を制御する。

#### 【0186】

このような本実施形態に係る無線通信システムでは、受信側無線基地局2の同期検波器24により、入力された受信信号を同期検波し、検波後のベースバンド信号を干渉キャンセラ25へ入力する。干渉キャンセラ25は、入力された信号から、干渉信号を除去し、希望信号を復調する。位相差・CIR測定部298では、干渉キャンセラの伝搬路推定値より受信信号のCIR及び希望信号と干渉信号の位相差を測定し、情報信号生成部28へ入力する。

#### 【0187】

情報信号生成部28においては、測定されたCIR及び位相差情報を送信側無線基地局1へ送信する情報信号を生成し、生成した信号は送受分離器を介してアンテナへ入力され、送信側無線基地局1へ送信される。

#### 【0188】

送信側無線基地局 1 では、受信側無線基地局 2 から送信された C I R ・位相差情報信号を受信し、受信された信号は信号分離部へ入力される。信号分離部では、C I R 情報と位相差情報を分離し、C I R 情報を最大 C I R 及び最小 C I R 計算部及び送信電力制御部 173 へ、位相差情報を C I R 計算部 51 と目標 C I R 決定部 55 へそれぞれ入力する。

#### 【0189】

C I R 計算部では、実際に送信に用いている送信電力と受信 C I R の関係を用いて、最大送信電力使用時及び最小送信電力使用時の C I R 推定値をそれぞれ計算し、求めた最大 C I R (C<sub>max</sub>) 及び最小 C I R (C<sub>min</sub>) の推定値を目標 C I R 決定部 55 へ入力する。目標 C I R 決定部 55 では、入力された受信信号の位相差 ( $\theta_r$ ) 情報と、最大 C I R 及び最小 C I R 推定値の情報から、以下の計算式を用いて目標 C I R (C<sub>tg</sub>) を設定する。なお、次式において D<sub>E</sub> は、位相差と C I R から得られる信号点間距離である。

#### 【0190】

#### 【数 2】

$$C_{tg} = C_i$$

$$D_E(\theta_r, C_i) = \max_{C_{min} < C < C_{max}} D_E(\theta_r, C)$$

送信電力制御部 173 では、信号分離部より入力された受信側における C I R 値と目標 C I R 値との差分を計算し、受信側無線基地局 2 の受信信号の C I R が目標 C I R (C<sub>tg</sub>) となるように、可変増幅器 175 を制御する信号を出力する。送信されるデータは周波数変換部 162 において搬送波周波数帯の信号に変換された後、可変増幅器 175 に入力される。可変増幅器 175 は、入力されたデータ信号を、送信電力制御部 173 から入力された送信電力制御信号に従い、送信電力を制御して送受分離器へ入力する。送受分離器 11 に入力された信号は、アンテナを介して受信側無線基地局 2 へ送信される。

## 【0191】

## [第14実施形態]

次いで、本発明の第14実施形態について説明する。図18は、本実施形態に係る無線通信システムにおける、送信電力制御方法を示す説明図である。

## 【0192】

本実施形態では、受信側基地局2において、受信信号中の希望信号と干渉信号の位相差を計測した結果が、受信信号位相差①である場合、送信側において、この位相差に対して、最大の信号点間距離を与えるCIRがX (dB)である判定を行い、次に、X (dB)のときに、信号点間距離が最大となる、希望信号と干渉信号の位相差を検索する。そのような位相差は、目標位相差①であるので、送信側では、受信側における受信信号のCIRと位相差が、それぞれX (dB)と目標位相差①となるように、信号の送信電力と位相を制御する。

## 【0193】

同図(b)に示すように、受信側で、受信信号中に含まれる希望信号と干渉信号の位相差を計測し、送信側において、この位相差に対して最大の信号点間距離を与えるCIRをCr (dB)として判定したとする。次に、送信側では、媒介変数 $\theta_0$ に対して、以下の式、

## 【数3】

$$E[D_E(\theta, C_r)]_{\theta_0} = \frac{\int_{\theta_0 - \Delta\theta/2}^{\theta_0 + \Delta\theta/2} D_E(\theta, C_r) d\theta}{\Delta\theta}$$

を計算し、式の値が最大となる $\theta_0$ を求め、送信側における受信信号のCIRと希望信号と干渉信号の位相差を、それぞれCr (dB)、 $\theta_0$ となるように、希望信号の信号電力と位相を制御する。

## 【0194】

以上の送信電力及び信号位相制御法を用いることにより、伝搬路の変動等によ

る希望信号と干渉信号の位相差の変動がある環境においても、信号点間距離を大きく保つことが可能となる。

#### 【0195】

##### [第15実施形態]

次いで、本発明の第15実施形態について説明する。図19は、本実施形態に係る無線通信システムにおける、送信側無線基地局及び受信側無線基地局の構成例を示すブロック図である。本実施形態では、上述した第4実施形態において、回転速度測定部294により測定していた、受信信号の希望信号成分の回転速度(角速度)を、干渉キャンセラ4内の伝搬路推定部41において計算された伝搬路推定値を用いて推定することを特徴とする。周波数誤差検出部27は、伝搬路推定部41からの推定結果に基づいて周波数誤差量を推定する。

#### 【0196】

本実施形態に係る無線通信システムでは、受信側無線基地局2の同期検波器24により、入力された受信信号を同期検波し、検波後のベースバンド信号を干渉キャンセラ25へ入力する。干渉キャンセラ25は、入力された信号から、干渉信号を除去し、希望信号を復調する。

#### 【0197】

干渉キャンセラ25では、同期検波器24からの出力信号について伝搬路推定部41により、伝搬路推定値( $h_i'$  及び  $h_d'$ )を抽出し、この伝搬路推定値に基づいて、伝搬路推定値を周波数誤差検出部27により、受信信号のCIR及び希望信号と干渉信号の位相差を測定し、情報信号生成部28へ入力する。

#### 【0198】

情報信号生成部28においては、測定されたCIR及び位相差情報を送信側無線基地局1へ送信する情報信号を生成し、生成した信号は送受分離器を介してアンテナへ入力され、送信側無線基地局1へ送信される。

#### 【0199】

送信側無線基地局1では、受信した搬送波周波数誤差情報に基づいて希望波の搬送波周波数が干渉波の搬送波周波数に一致するように制御する。

#### 【0200】

### [第16実施形態]

次いで、本発明の第16実施形態について説明する。図20は、本実施形態に係る受信側無線基地局及び送信側無線基地局の構成例を示すブロック図である。本実施形態では、例えば、CNR等の、測定の対象となる信号（希望信号や干渉信号）と、干渉信号や雑音との電力比を受信品質として測定し、この測定された受信品質と、所定の閾値とを比較し、この比較結果に基づいて、前記周波数誤差量の送信を停止させる。なお、本実施形態では、上記受信品質としてCNRを用いる。

#### 【0201】

具体的には、図20に示すように、受信側無線基地局2において、希望波と干渉波の混ざり合った信号がアンテナに入力され、送受分離器23を介してCNR測定部293、干渉波周波数検出部22、周波数誤差検出部27及び同期検波器24へ入力される。

#### 【0202】

干渉波周波数検出部22では、干渉信号の搬送波周波数を検出し、検出された搬送波周波数は、周波数誤差検出部27及び局部発振器21へ入力される。局部発振器21では、送信側無線基地局1へ周波数誤差量情報を送信する前は、希望信号の搬送波周波数を、送信した後は干渉信号の搬送波周波数を、基準周波数として同期検波器24へ入力する。

#### 【0203】

同期検波器24へ入力された信号は、局部発振器21の発振周波数を基準として同期検波を行い、検波後の信号は干渉キャンセラ25に入力され、干渉成分を除去後、復調される。周波数誤差検出部27では入力された信号から搬送波周波数誤差を推定し、推定した搬送波周波数誤差量を情報信号生成部28へ入力する。

#### 【0204】

CNR測定部193では、入力された信号の希望信号の搬送波電力対雑音電力比（CNR）を測定し、測定されたCNRを情報信号生成部28へ入力する。情報信号生成部28では入力されたCNR値と周波数誤差情報を用いて情報信号を

生成し、周波数誤差情報信号は送受分離部 2 3 及びアンテナを介して送信側無線基地局 1 へ送信する。このとき、情報信号生成部 2 8 では、C N R と、所定の閾値とを比較し、この比較結果に基づいて、周波数誤差量の送信を実行するか否かの判断を行う。

#### 【0 2 0 5】

情報信号生成部 2 8 で生成された情報信号は、信号合成器 2 8 3 に入力される。この信号合成器 2 8 3 には、周波数変換器 2 8 2 が接続されており、変調器 2 8 1 で変調された送信データ系列 2 8 0 が入力され、この送信データ系列 2 8 0 と、情報信号生成部 2 8 で生成された情報信号とが合成され、送受分離器 2 3 に出力される。

#### 【0 2 0 6】

以上の構成を有する受信側無線基地局 2 における処理は、図 2 1 ( a ) に示すフローに従って実行される。

#### 【0 2 0 7】

まず、C N R 測定部 2 9 3 において C N R の測定が行われ ( S 3 0 1 ) 、この測定結果が情報信号生成部 2 8 に入力される。次いで、情報信号生成部 2 8 において、受信信号の C N R が所定値以上であるか否かを判定し ( S 3 0 2 ) 、所定値以上である場合は周波数誤差検出部 2 7 からの入力である周波数誤差情報を信号形式に変換して周波数誤差情報生成し、送信側無線基地局 1 に送信する ( S 3 0 3 ) 。

#### 【0 2 0 8】

一方、ステップ S 3 0 2 において、C N R が所定値以下であると判断された場合は、周波数誤差検出部 2 7 より入力される周波数誤差情報に関わらず情報信号の出力をせず、上記ステップ S 3 0 1 以降の処理をくり返す。

#### 【0 2 0 9】

このようにすることにより、C N R が所定値以上である場合にのみ、周波数誤差情報を送信側無線基地局 1 に送信し周波数誤差を補償することが可能となる。

#### 【0 2 1 0】

送信側無線基地局 1 においては、アンテナ及び送受分離器 1 1 を介して入力さ

れた周波数誤差情報信号が周波数制御部 1 3 へ入力される。周波数制御部 1 3 は、入力された周波数誤差情報に従い、送信信号の搬送波周波数を制御する信号を送信信号生成部 1 4 へ入力する。送信信号生成部 1 4 は、入力された制御信号に従い、希望信号の搬送波周波数が干渉信号の搬送波と一致するように制御した信号を送信信号として出力し、送受分離器 1 1 へ入力する。このようにすることにより、C N R が所定値以上である場合にのみ周波数誤差を補償することができる。

#### 【0 2 1 1】

(変更例)

なお、受信側無線基地局 2 における処理は、上述したものに限らず、以下のようにすることもできる。図 2 1 (b) は、変更例に係る動作を示すフロー図である。

#### 【0 2 1 2】

本変更例では、前記情報信号生成部 2 8 において、前記 C N R 測定部 2 9 3 で測定された受信信号の C N R が所定値以下である場合、周波数誤差情報として周波数誤差量が「0」である情報を生成し、送信側無線基地局 1 へ送信することにより、受信信号の C N R が所定値以下である場合に周波数誤差補償動作を行わないように制御する。

#### 【0 2 1 3】

すなわち、まず、C N R 測定部 2 9 3 で測定し (S 4 0 1)、この測定された受信信号の C N R が所定値以上であるか否かを判定し (S 4 0 2)、所定値以上でない場合は、周波数誤差検出部 2 7 において検出された周波数誤差量に関わらず周波数誤差量を「0」とし (S 4 0 3)、情報信号を生成する (S 4 0 4)。一方、ステップ S 4 0 2 において、C N R が所定値以上である場合には、周波数誤差検出部 2 7 において検出された周波数誤差量に対応する情報信号を生成する (S 4 0 4)。

#### 【0 2 1 4】

送信側無線基地局 1 においては、アンテナ及び送受分離器 1 1 を介して入力された周波数誤差情報信号が周波数制御部 1 3 へ入力される。C N R が所定値以下

である場合、送信側無線基地局 1 において補償すべき周波数誤差量は 0 となり、実効的に周波数誤差補償動作が行われなくなるため、C N R が所定値以上である場合にのみ、周波数誤差情報を送信側無線基地局 1 に送信し周波数誤差の補償が実行されることとなる。

#### 【 0 2 1 5 】

##### [第 1 7 実施形態]

次いで、本発明の第 1 7 実施形態について説明する。図 2 2 は、第 1 7 実施形態に係る C N R の所定値設定方法の概念図である。

#### 【 0 2 1 6 】

上述した第 1 乃至第 1 6 実施形態では、受信側において希望信号及び干渉信号としてどのようなシンボルが送信されてきているかの判定を誤ると、信号点の回転速度を正確に観測することができず、周波数誤差量を正確に推定することができなくなる可能性がある。なお、図 2 2 では、希望信号及び干渉信号がともに 4 値の変調方式である Q P S K を用いる場合（図 2 2 （A））と、希望信号及び干渉信号のいずれか一方が 1 6 値の変調方式である 1 6 Q A M を用いる場合（図 2 2 （B））の受信信号の例が示されている。

#### 【 0 2 1 7 】

同図に示すように、雑音電力が小さいと受信信号の取り得る範囲が重なり合わず、受信した信号を誤り無く判定することができ、周波数誤差推定精度が高くなる。また、変調方式の多値数が多い場合（図 2 2 （B））は、多値数が少ない場合（図 2 2 （A））と比較して、信号点の取り得る範囲が重なりやすく、周波数誤差推定精度が劣化しやすい。

#### 【 0 2 1 8 】

このため、本実施形態では、周波数誤差補償動作を行う C N R の範囲は、図 2 2 の点線で囲んだ部分のように受信信号点が重なりにくくなる範囲とし、その C N R の範囲の最低値を超える値を C N R の所定値とする。また、この所定値は、希望信号として送信されたシンボル系列が受信側で既知である場合には、前記のようにして定めた C N R の所定値以下の値でも十分に高い周波数誤差量推定精度が得られる。従って、既知のシンボル系列を受信する場合には、前記 C N R の所



定値とは別に所定値を定める。

#### 【0219】

この既知のシンボル系列に応じて周波数誤差補償動作を行う構成としては、図 23 に示すように、受信側無線基地局 2 に CNR 閾値抽出部 298 を設ける。この CNR 閾値抽出部 298 は、受信側無線基地局 2 において、例えばパイロット信号等、既知のシンボル系列を有する受信信号に基づいて、受信信号の変調方式を検出し、この検出結果に基づいて CNR の閾値を抽出する。この抽出された閾値は、情報信号生成部 28 に入力される。情報信号生成部 28 では、上述した実施形態 16 と同様に、CNR 測定部 293 により測定された CNR と、閾値抽出部 298 により抽出された閾値とを比較し、この比較結果に基づいて、周波数誤差量の送信を実行するか否かの判断を行う。

#### 【0220】

このようにすることにより、受信信号の CNR が前記 CNR の所定値以下である場合に周波数誤差推定精度の劣化による周波数誤差補償精度の劣化を抑え、受信信号の CNR が、周波数誤差推定精度を十分に高く得ることができる範囲である場合では周波数誤差補償を行うことで、周波数誤差補償動作後の残留周波数誤差量を全体的に抑制することが可能となる。

#### 【0221】

##### 【発明の効果】

以上述べたように、この発明によれば、周波数誤差を補正して伝搬路関数の変動を抑制した後に、受信信号の信号点を分散させることで、干渉キャンセラにおいて生成される信号レプリカの各信号点間距離を大きく取ることが可能となるため、雑音の影響を受けても判定誤りを起こす可能性を低くすることが可能となる。これらの発明によれば、高い干渉キャンセラ適用効果を得ることが可能となるため、周波数利用効率を効果的に高めることが可能となる。

##### 【図面の簡単な説明】

#### 【図 1】

第 1 実施形態に係る受信側無線基地局及び送信側無線基地局の構成例を示すブロック図である。

**【図 2】**

第 1 実施形態に係る無線通信ネットワークシステムの動作フローの例を示す図である。

**【図 3】**

第 2 実施形態に係る受信側無線基地局及び送信側無線基地局の構成例を示すブロック図である。

**【図 4】**

第 3 実施形態に係る受信側無線基地局及び送信側無線基地局の構成例を示すブロック図である。

**【図 5】**

第 4 実施形態に係る受信側無線基地局及び送信側無線基地局の構成例を示すブロック図である。

**【図 6】**

第 4 実施形態に係る無線ネットワークシステムにおいて、周波数誤差の補償を行う場合の、送信側及び受信側無線基地局の動作フローを示す図である。

**【図 7】**

第 5 実施形態に係る受信側無線基地局及び送信側無線基地局の構成例を示すブロック図である。

**【図 8】**

第 6 実施形態に係る受信側無線基地局及び送信側無線基地局の構成例を示すブロック図である。

**【図 9】**

第 7 実施形態に係る受信側無線基地局及び送信側無線基地局の構成例を示すブロック図である。

**【図 1 0】**

第 8 実施形態に係る送信電力制御部における送信電力決定時の動作を示すブロック図である。

**【図 1 1】**

第 9 実施形態に係る受信側無線基地局及び送信側無線基地局の構成例を示すブ

ロック図である。

【図 1 2】

第 9 実施形態の変更例に係る情報取得部の動作を示すブロック図である。

【図 1 3】

第 1 0 実施形態に係る受信側無線基地局及び送信側無線基地局の構成例を示すブロック図である。

【図 1 4】

第 1 0 実施形態に係る送信電力制御部及び信号位相制御部の動作を示すブロック図である。

【図 1 5】

第 1 1 実施形態に係る受信側無線基地局及び送信側無線基地局の構成例を示すブロック図である。

【図 1 6】

第 1 2 実施形態に係る受信側無線基地局及び送信側無線基地局の構成例を示すブロック図である。

【図 1 7】

第 1 3 実施形態に係る受信側無線基地局及び送信側無線基地局の構成例を示すブロック図である。

【図 1 8】

第 1 4 実施形態に係る無線通信システムにおける、送信電力制御方法を示す説明図である。

【図 1 9】

第 1 5 実施形態に係る無線通信システムにおける、送信電力制御方法を示す説明図である。

【図 2 0】

第 1 6 実施形態に係る受信側無線基地局及び送信側無線基地局の構成例を示すブロック図である。

【図 2 1】

第 1 6 実施形態における情報信号生成部の動作を示すフロー図である。

**【図 2 2】**

第 1 7 実施形態に係る C N R の所定値設定方法の概念図である。

**【図 2 3】**

第 1 7 実施形態に係る受信側無線基地局及び送信側無線基地局の構成例を示すブロック図である。

**【図 2 4】**

従来の干渉キャンセラの構成及び動作を示すブロック図である。

**【図 2 5】**

従来の周波数誤差補償法を示す説明図である。

**【符号の説明】**

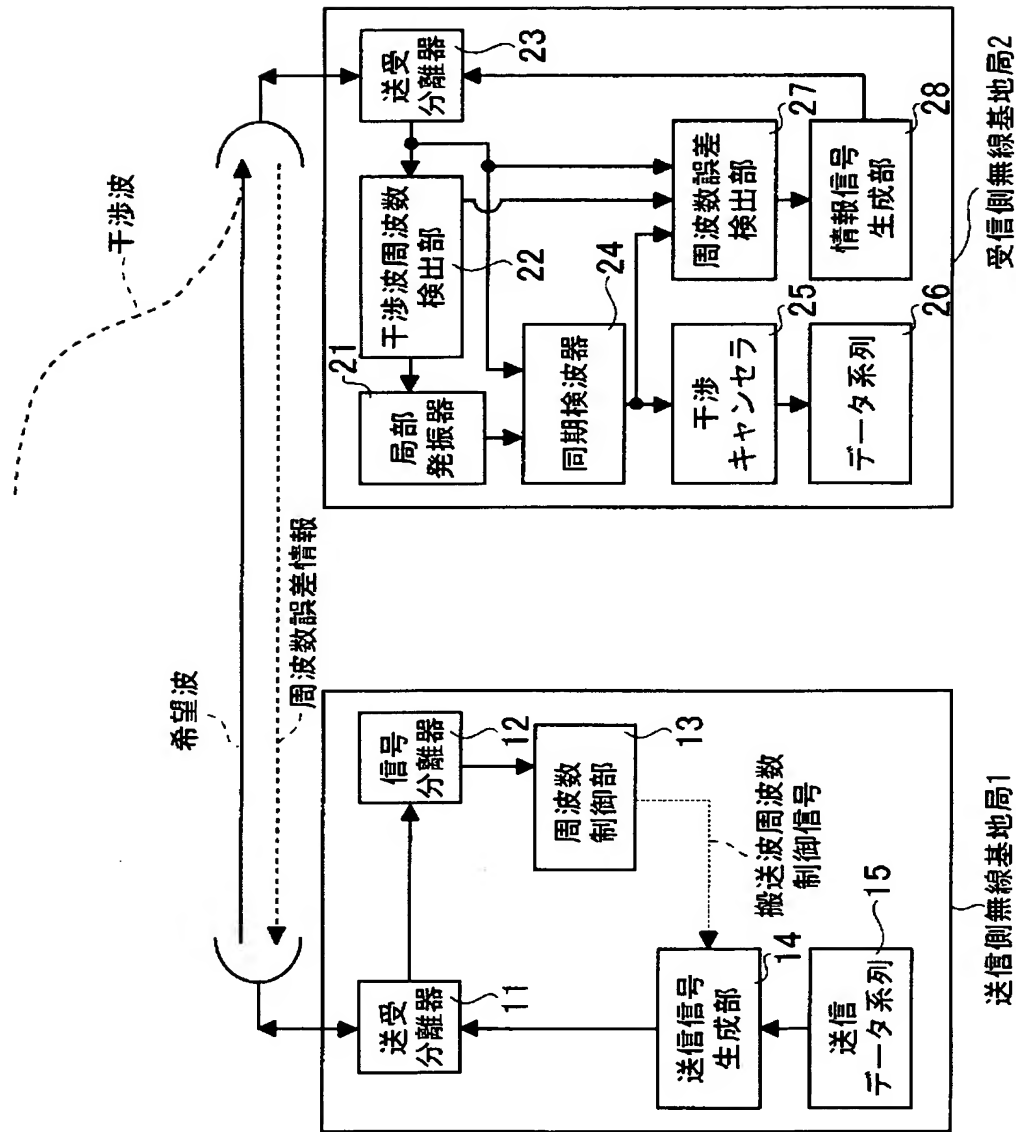
- 1 …送信側無線基地局
- 2 …受信側無線基地局
- 1 1 …送受分離器
- 1 2 …信号分離器
- 1 3 …周波数制御部
- 1 4 …送信信号生成部
- 2 1 …局部発振器
- 2 2 …干渉波周波数検出部
- 2 3 …送受分離器
- 2 4 …同期検波器
- 2 5 …干渉キャンセラ
- 2 7 …周波数誤差検出部
- 2 8 …情報信号生成部
- 4 1 …伝搬路推定部
- 4 2 …最尤推定部
- 4 6, 4 7 …減算器
- 4 3, 4 4 …レプリカ生成部
- 5 1 …C I R 計算部
- 5 2 …電力監視部

5 3 …可変増幅器  
5 5 …目標 C I R 決定部  
1 6 1 …電力増幅器  
1 6 2 …周波数変換部  
1 6 3 …局部発振器  
1 6 4 …位相回転器  
1 6 5 …ベースバンド変調器  
1 6 6 …局部発振器制御部  
1 7 1 …信号位相制御部  
1 7 2 …変調器  
1 7 3 …送信電力制御部  
1 7 4 …可変移相器  
1 7 5 …可変増幅器  
1 7 6 …情報取得部  
1 7 6 a …対応表  
2 8 0 …送信データ系列  
2 8 1 …変調器  
2 8 2 …周波数変換器  
2 8 3 …信号合成器  
2 9 1 …C I R 測定部  
2 9 2 …位相差測定部  
2 9 3 …周波数誤差推定部  
2 9 4 …回転速度測定部  
2 9 7 …位相差測定部  
2 9 8 …C N R 閾値抽出部

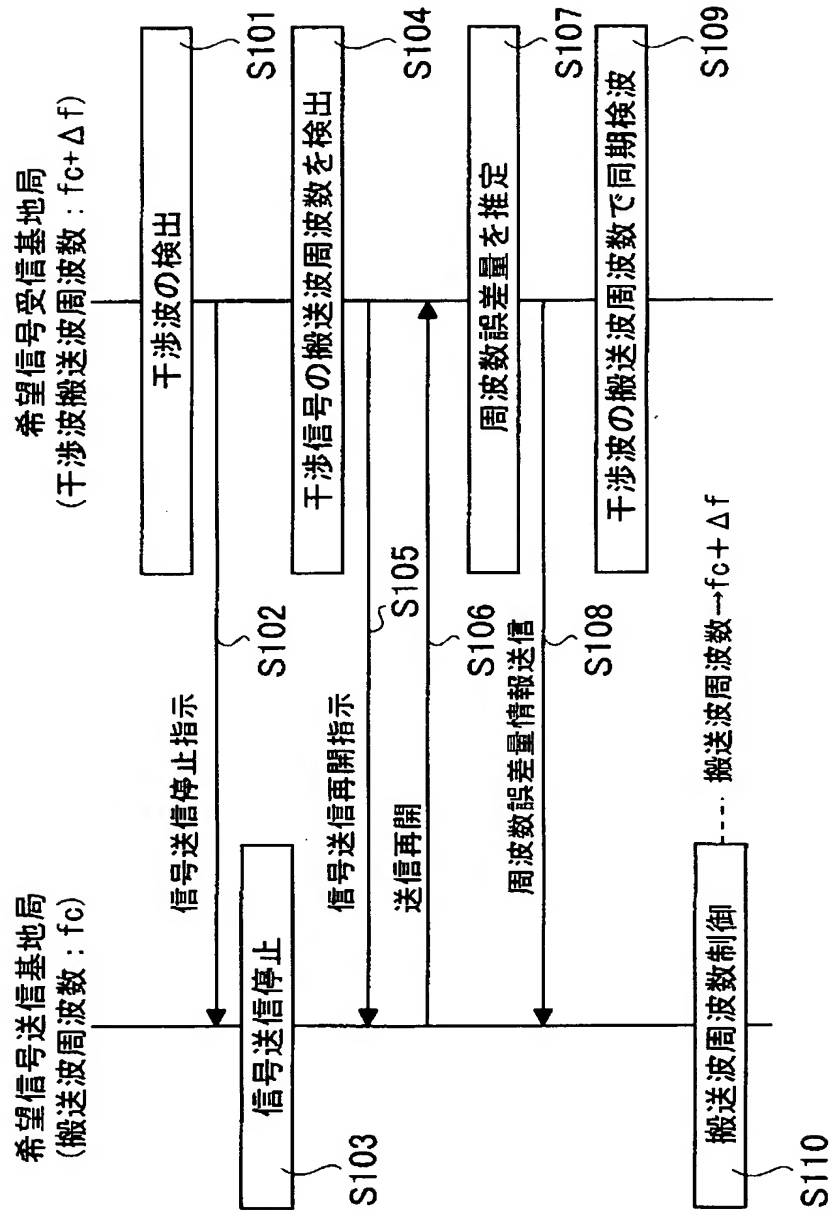
【書類名】

図面

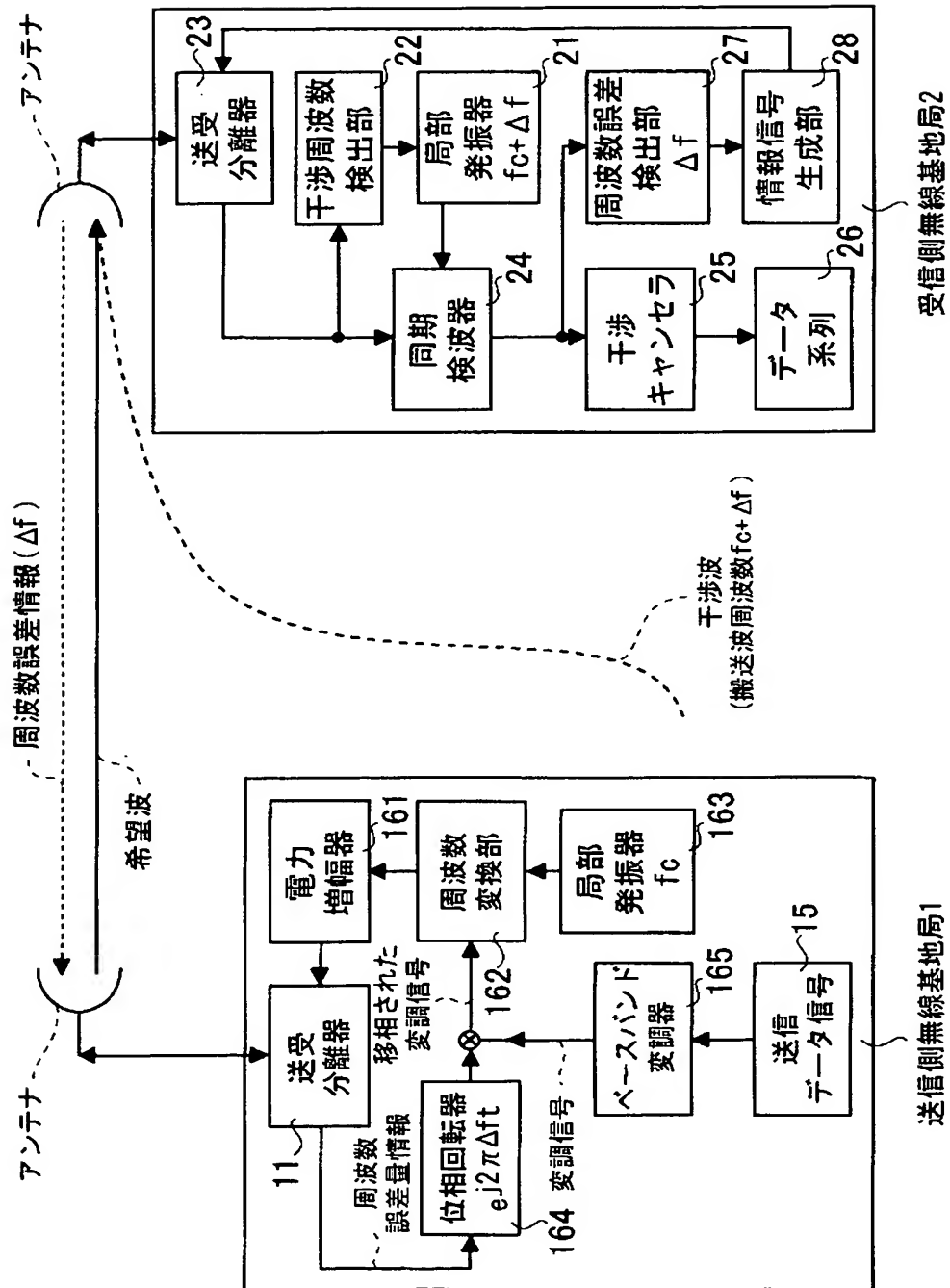
【図 1】



【図 2】

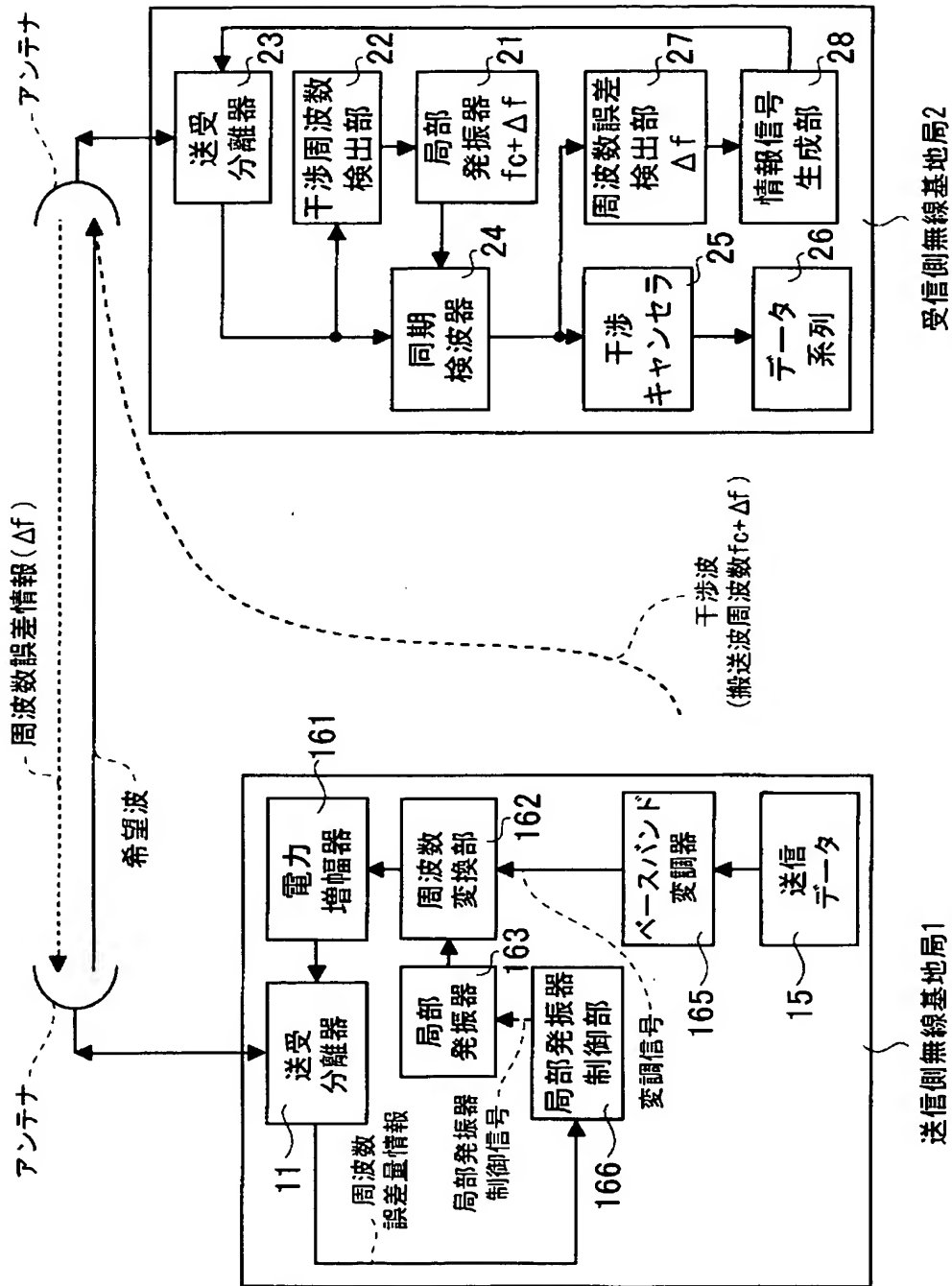


【図 3】

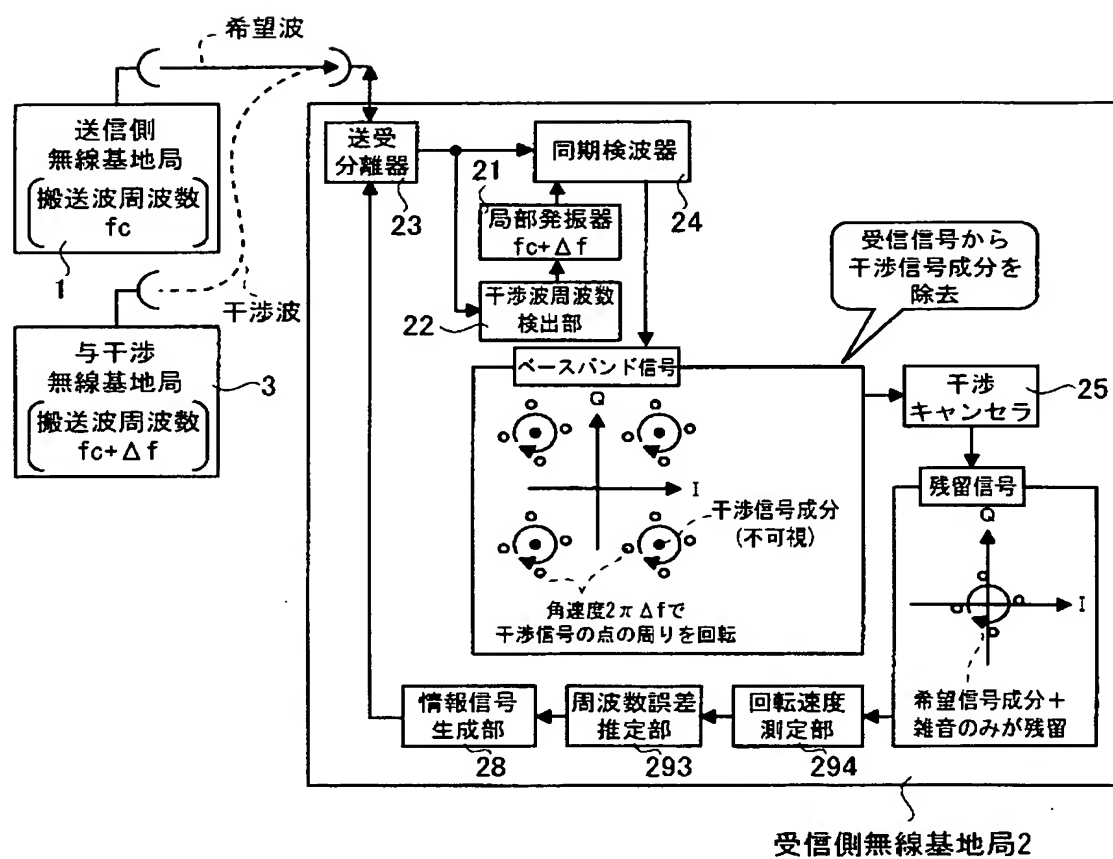




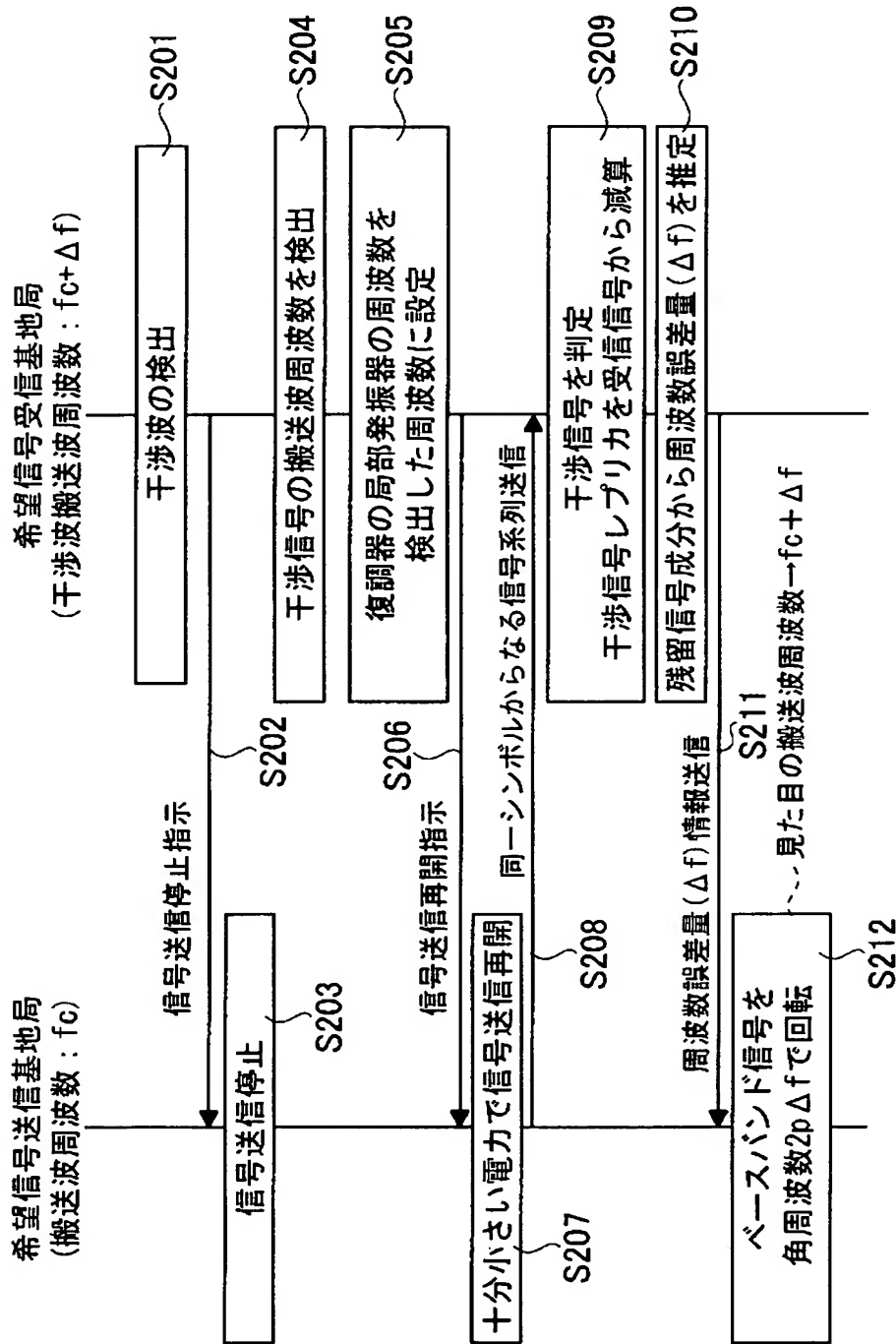
【図 4】



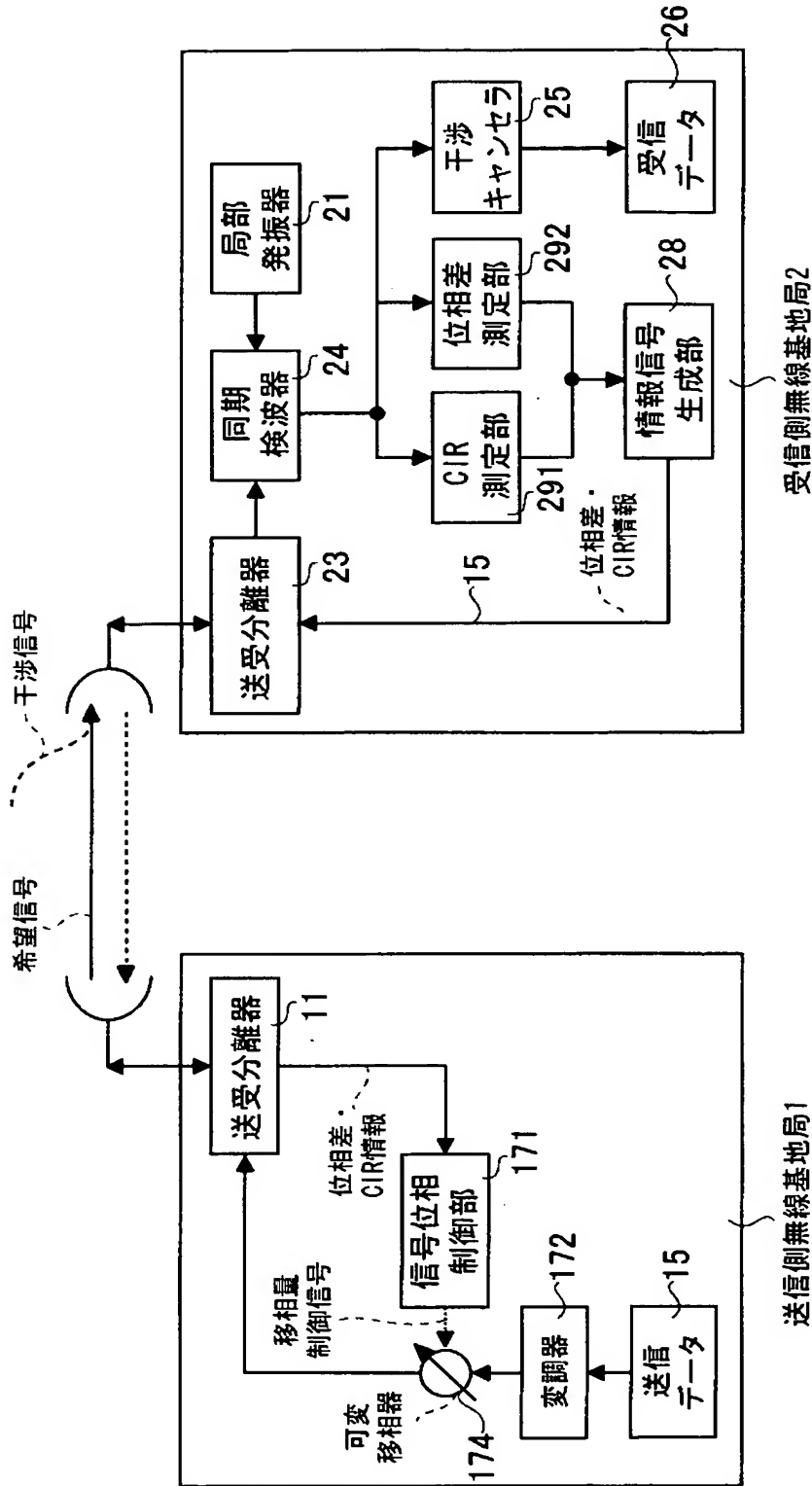
【図 5】



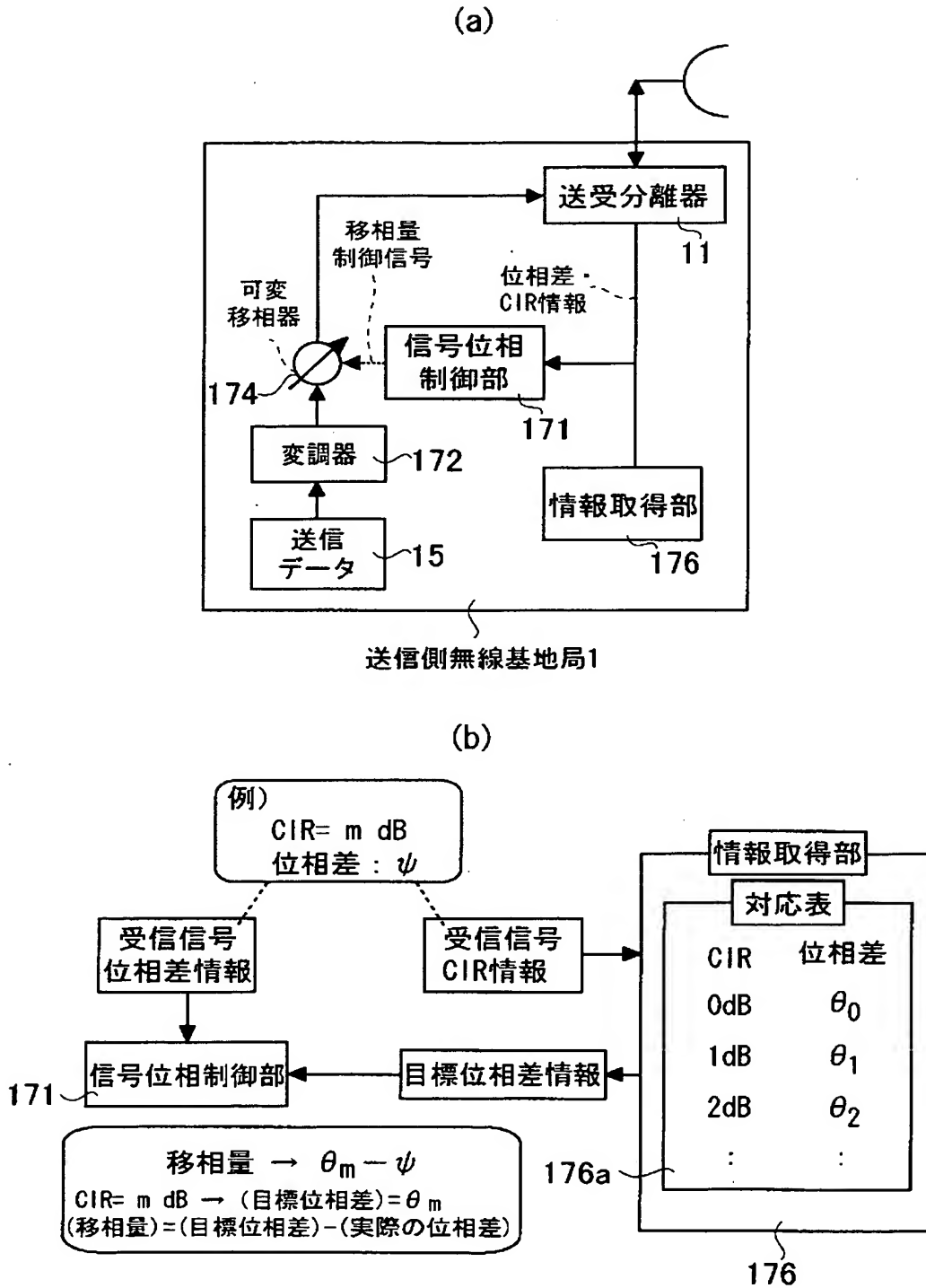
【図 6】



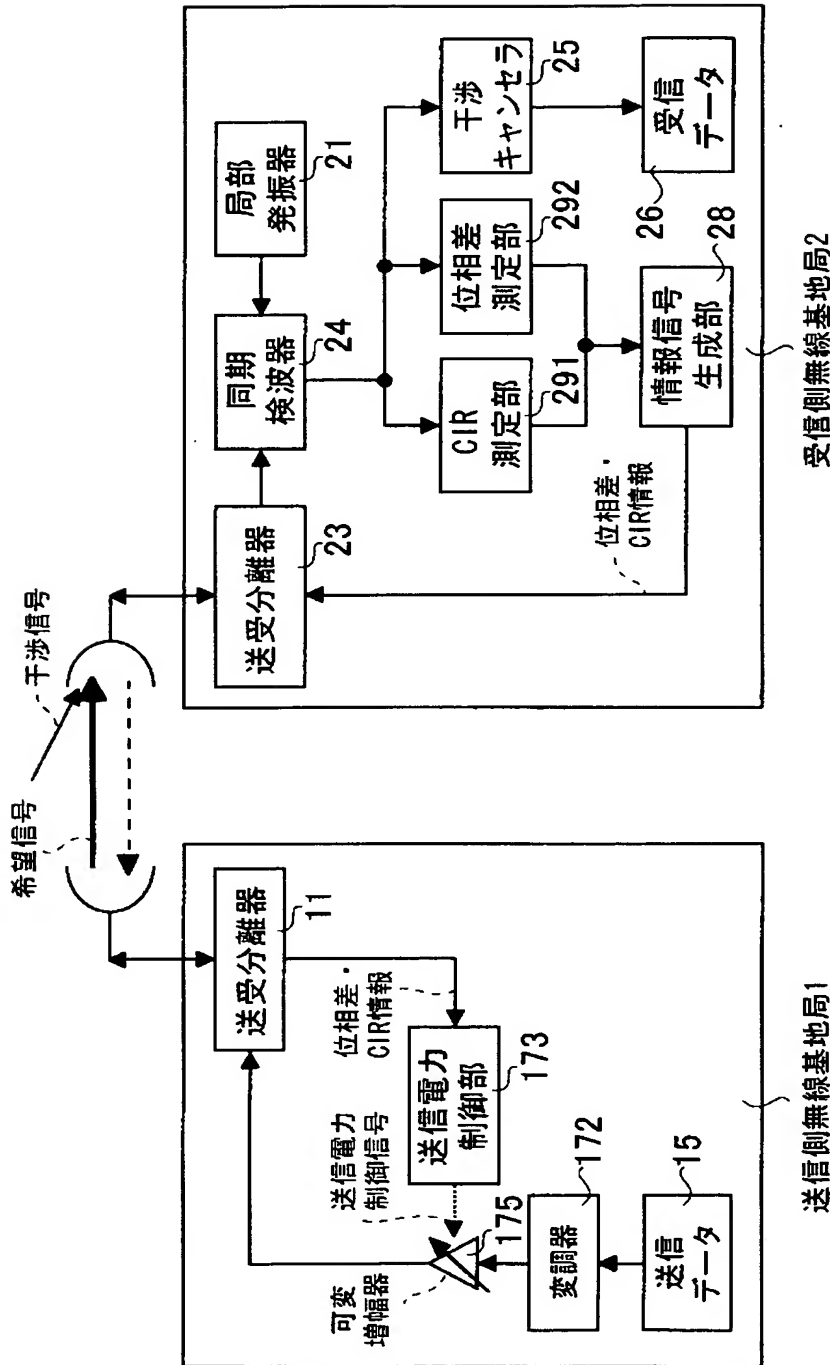
【図7】



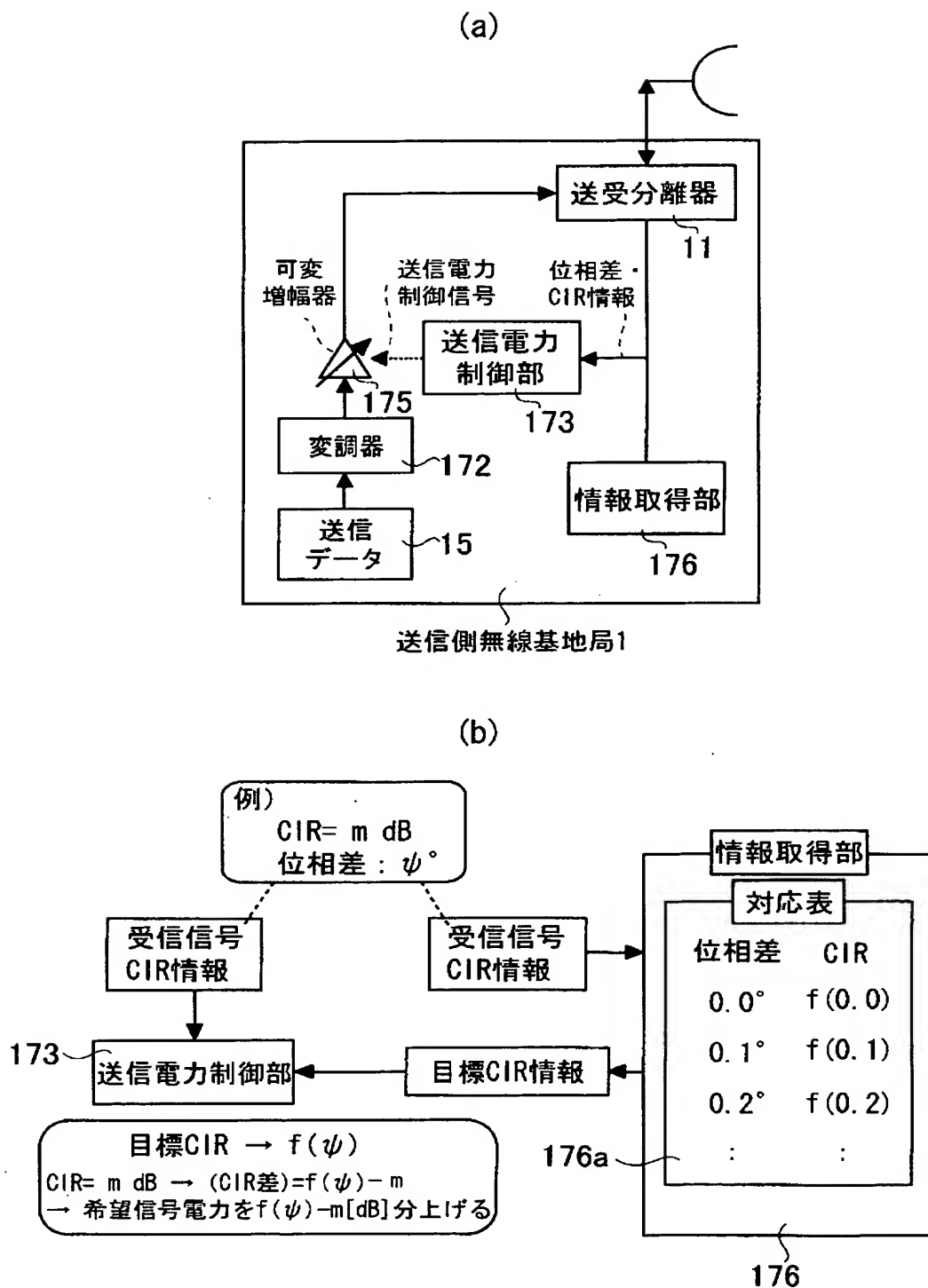
【図 8】



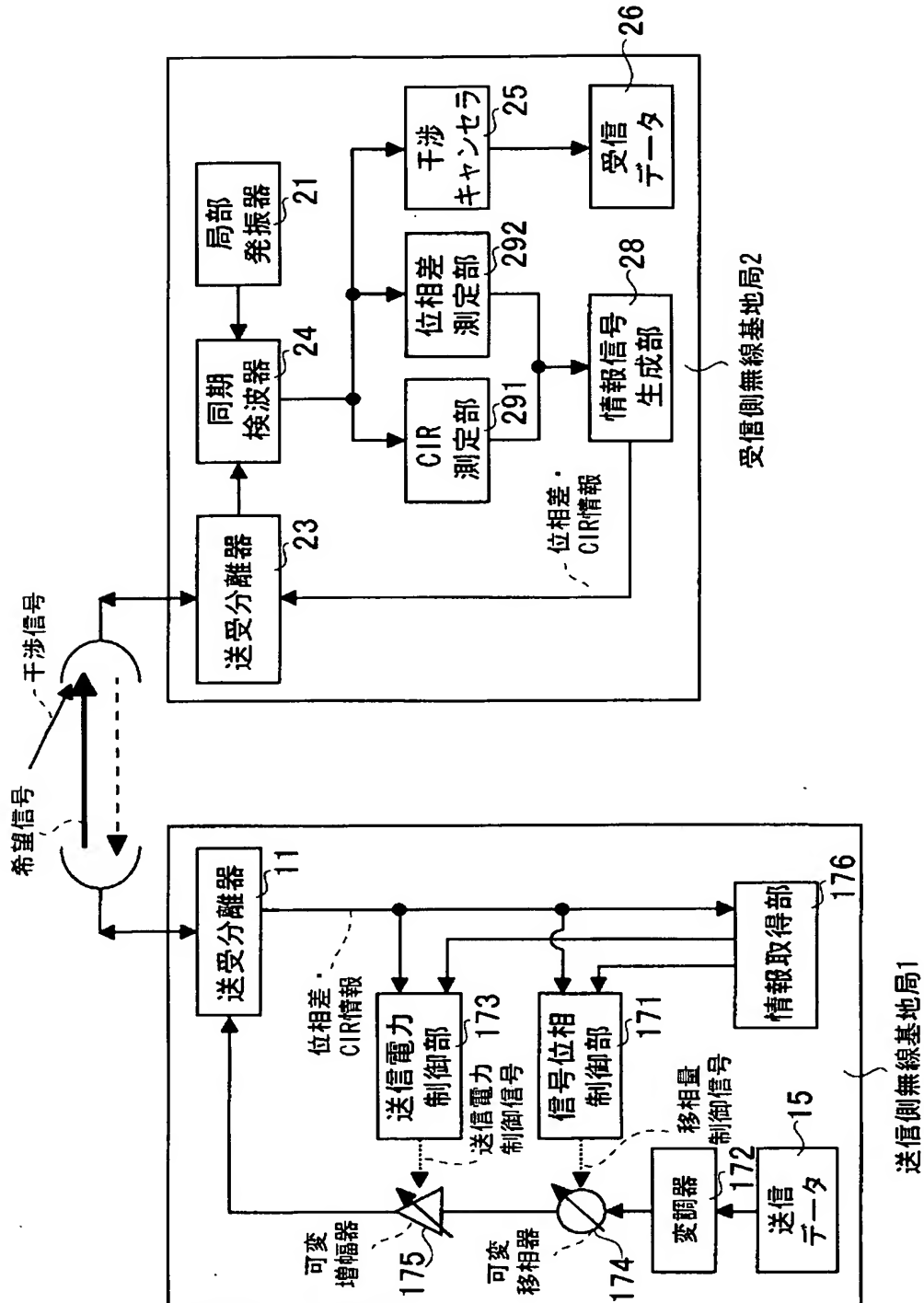
【図9】



【図 10】

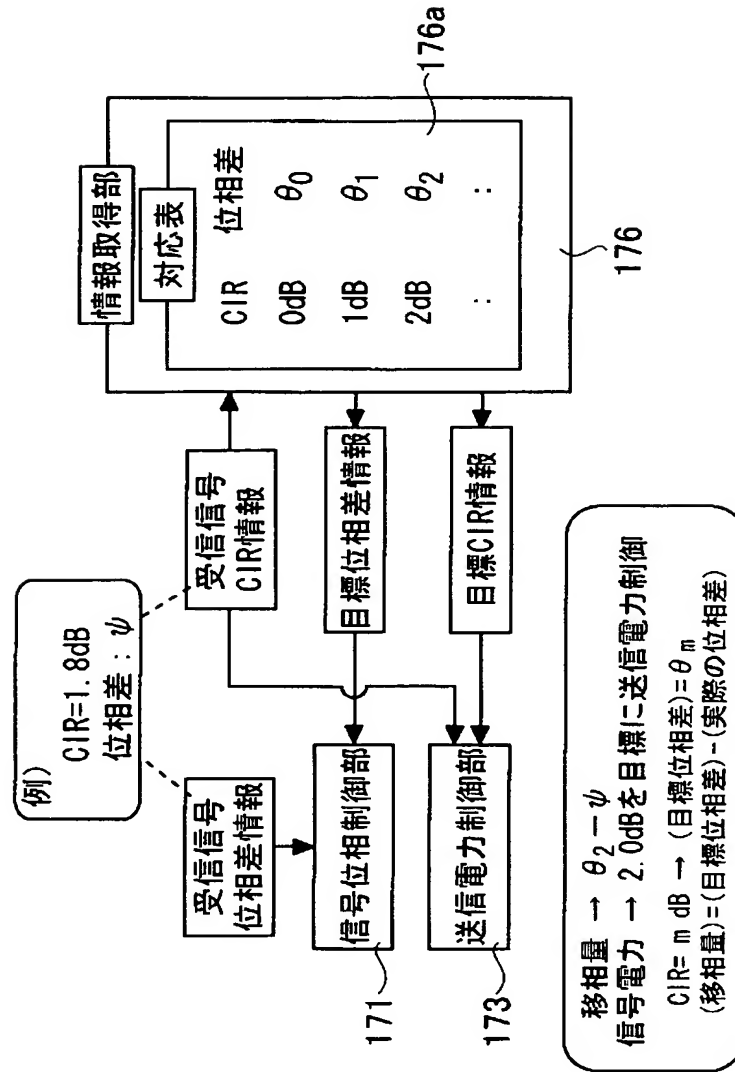


【図 11】

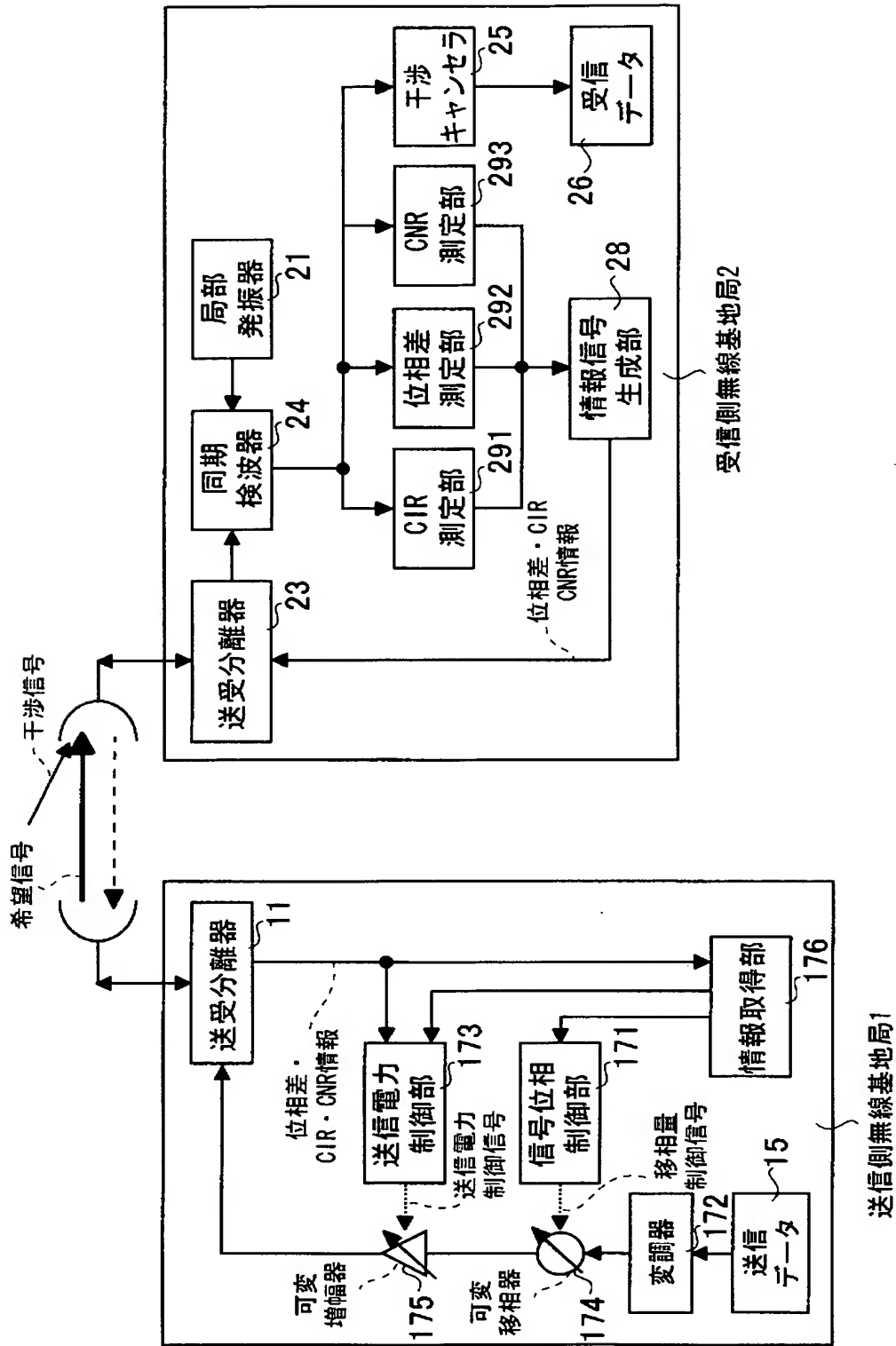




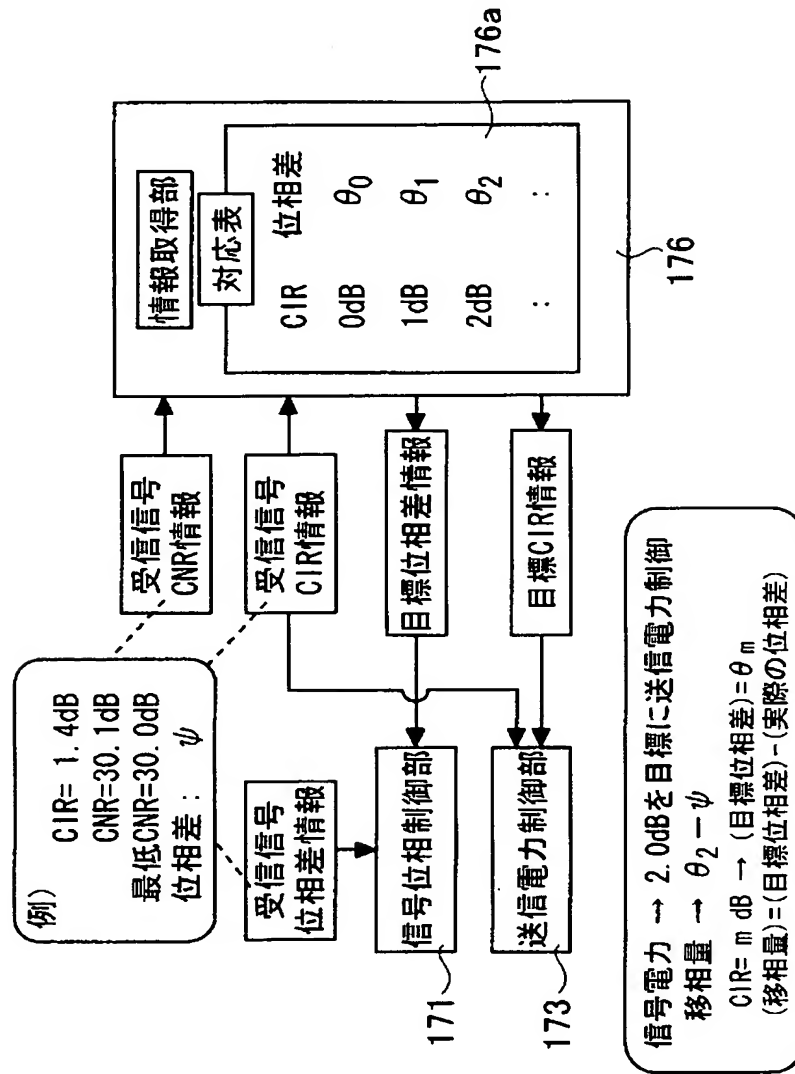
【図 12】



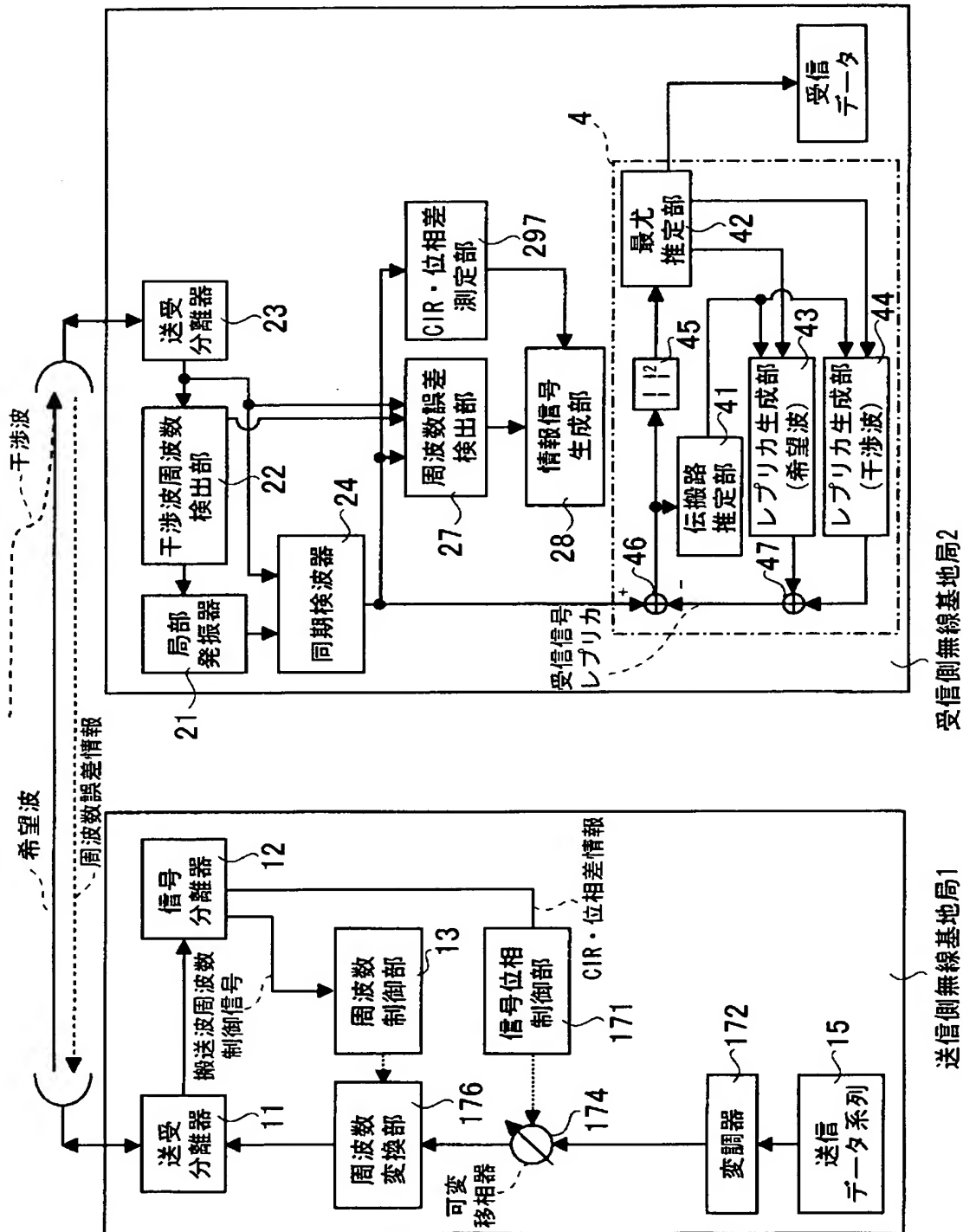
【図13】



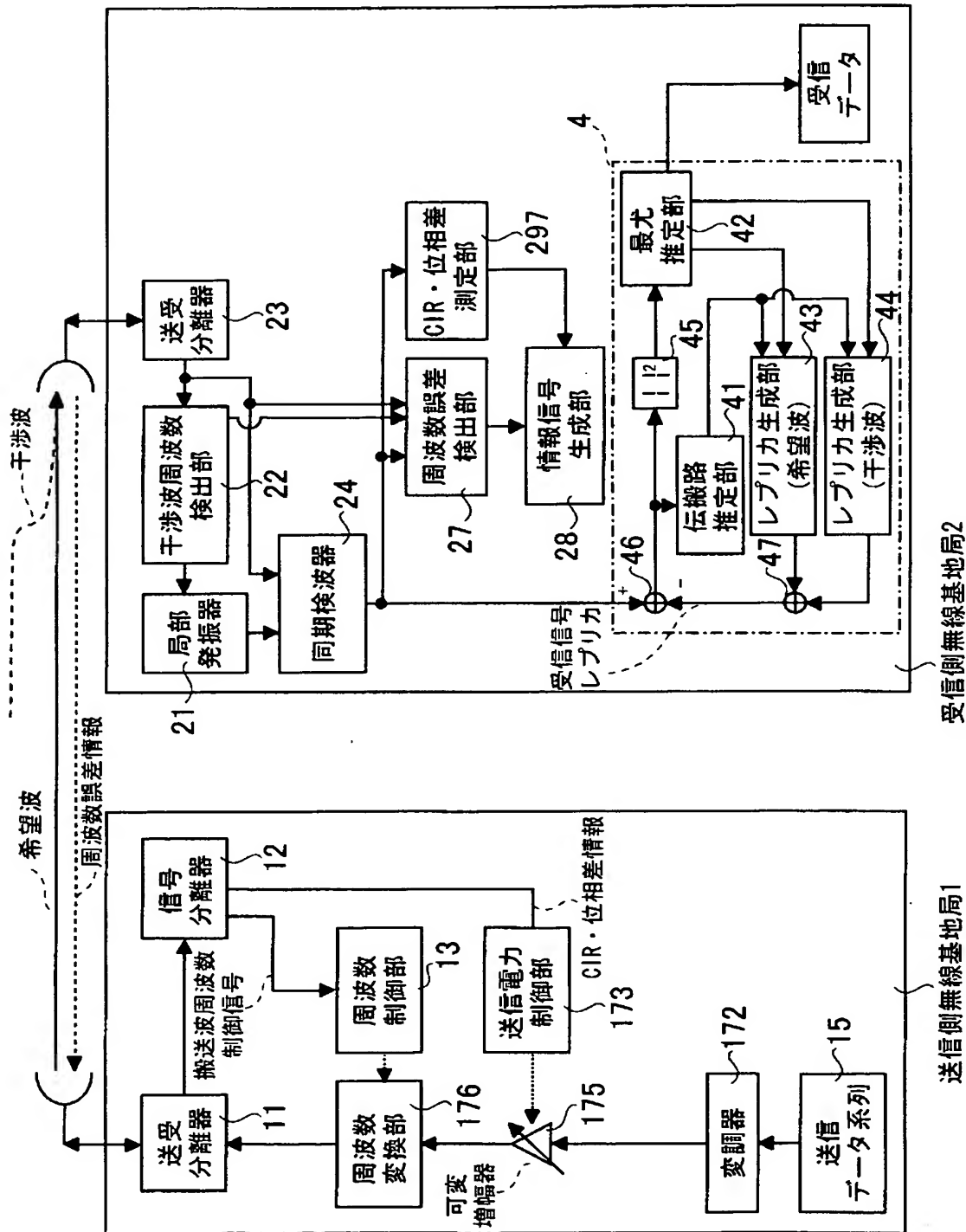
【図14】



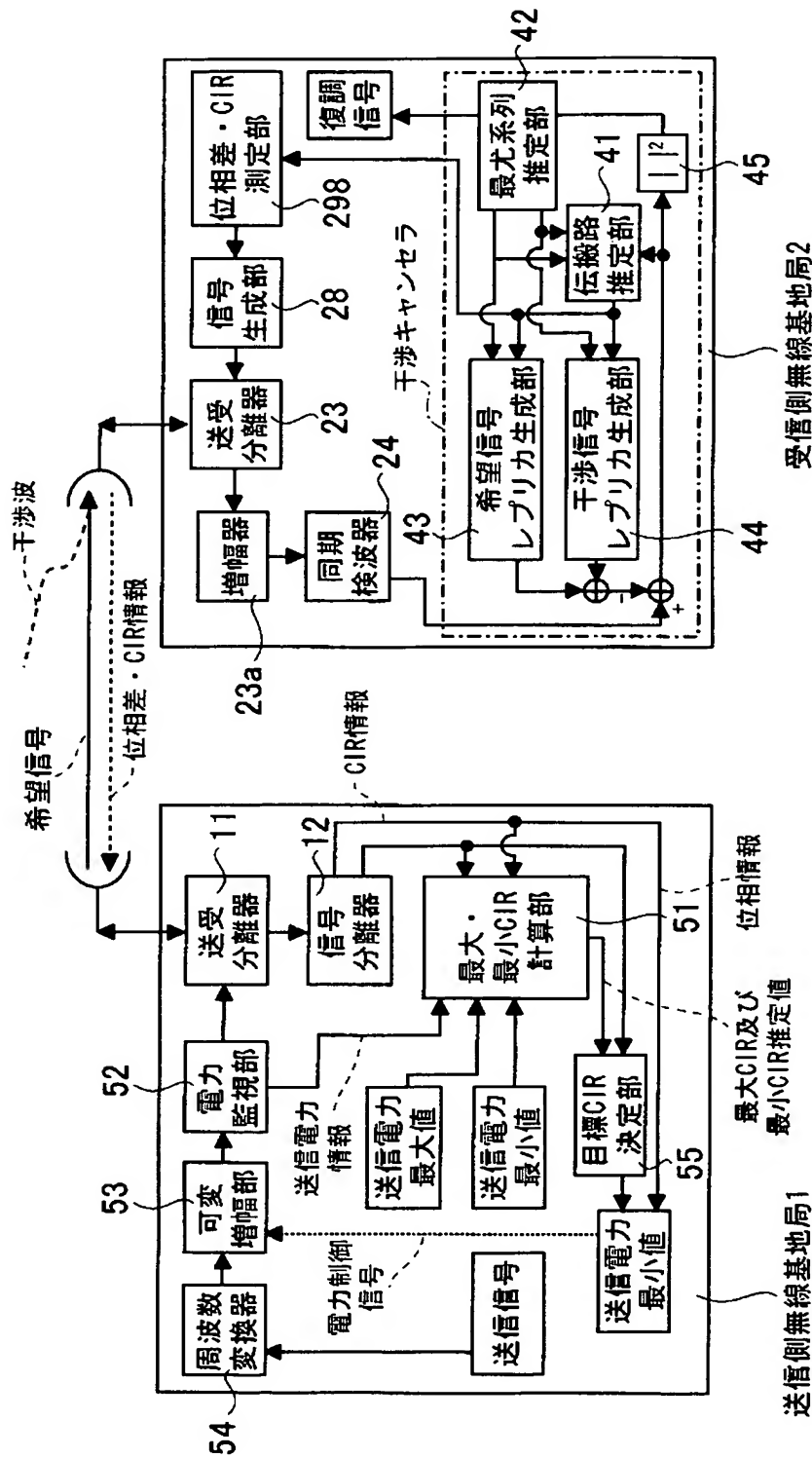
【図 15】



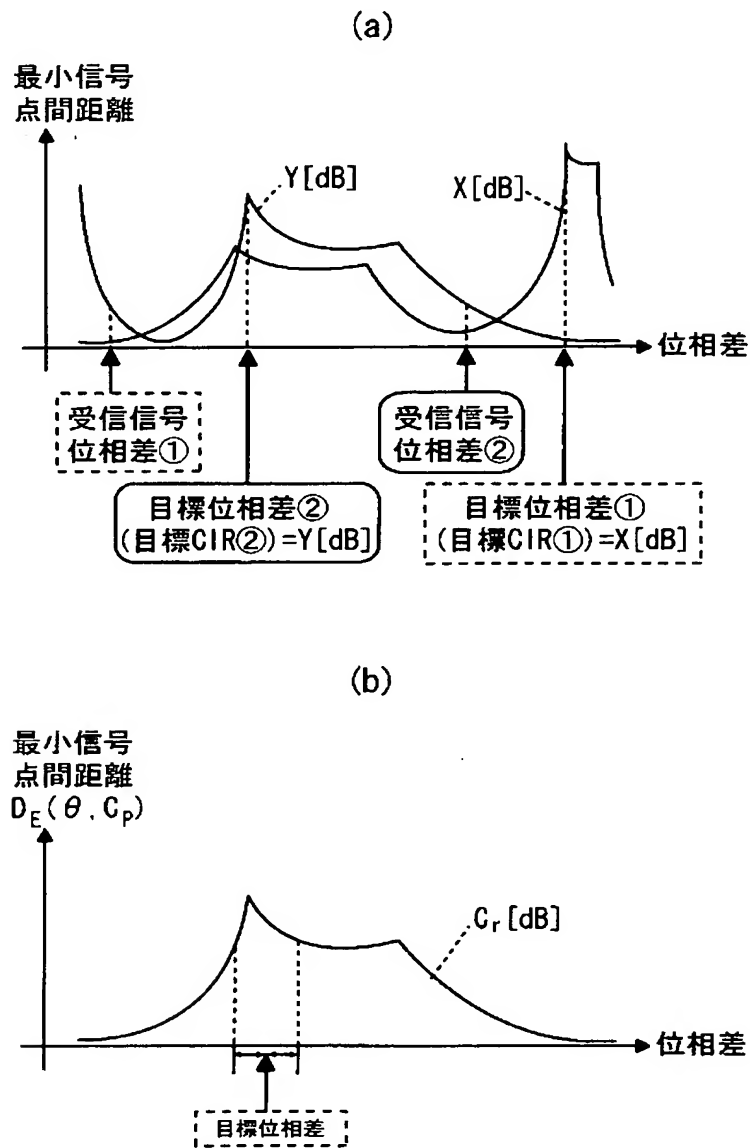
【図 16】



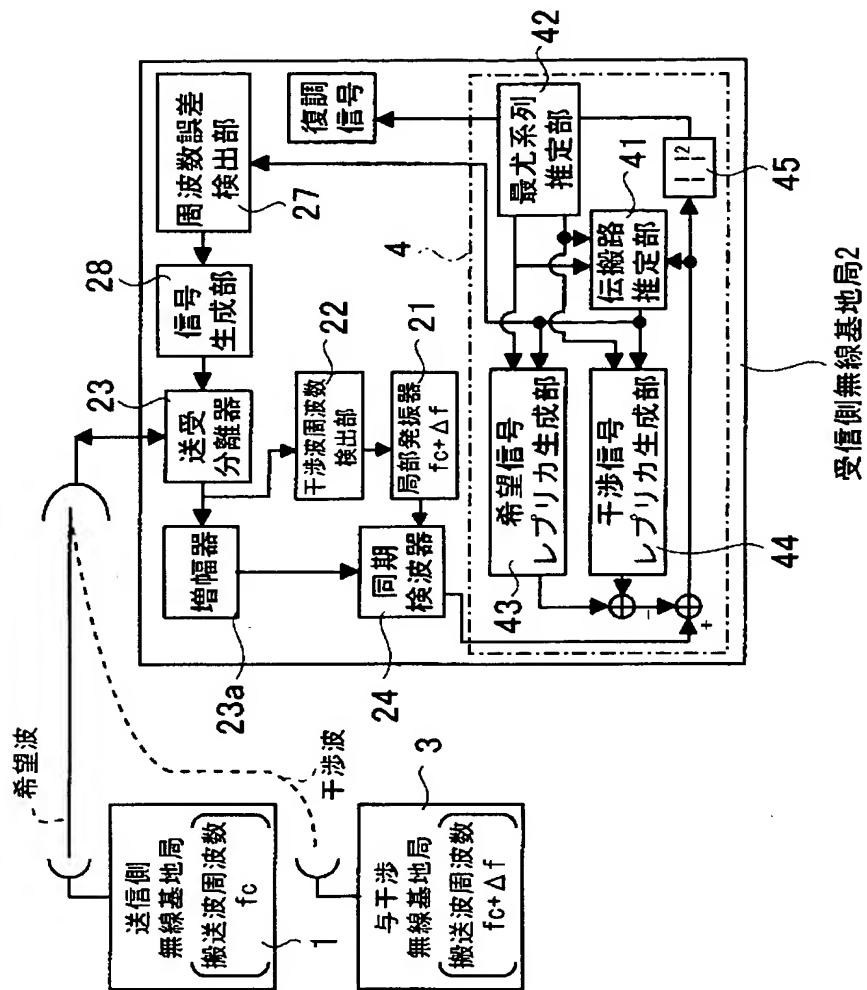
【図 17】



【図 18】

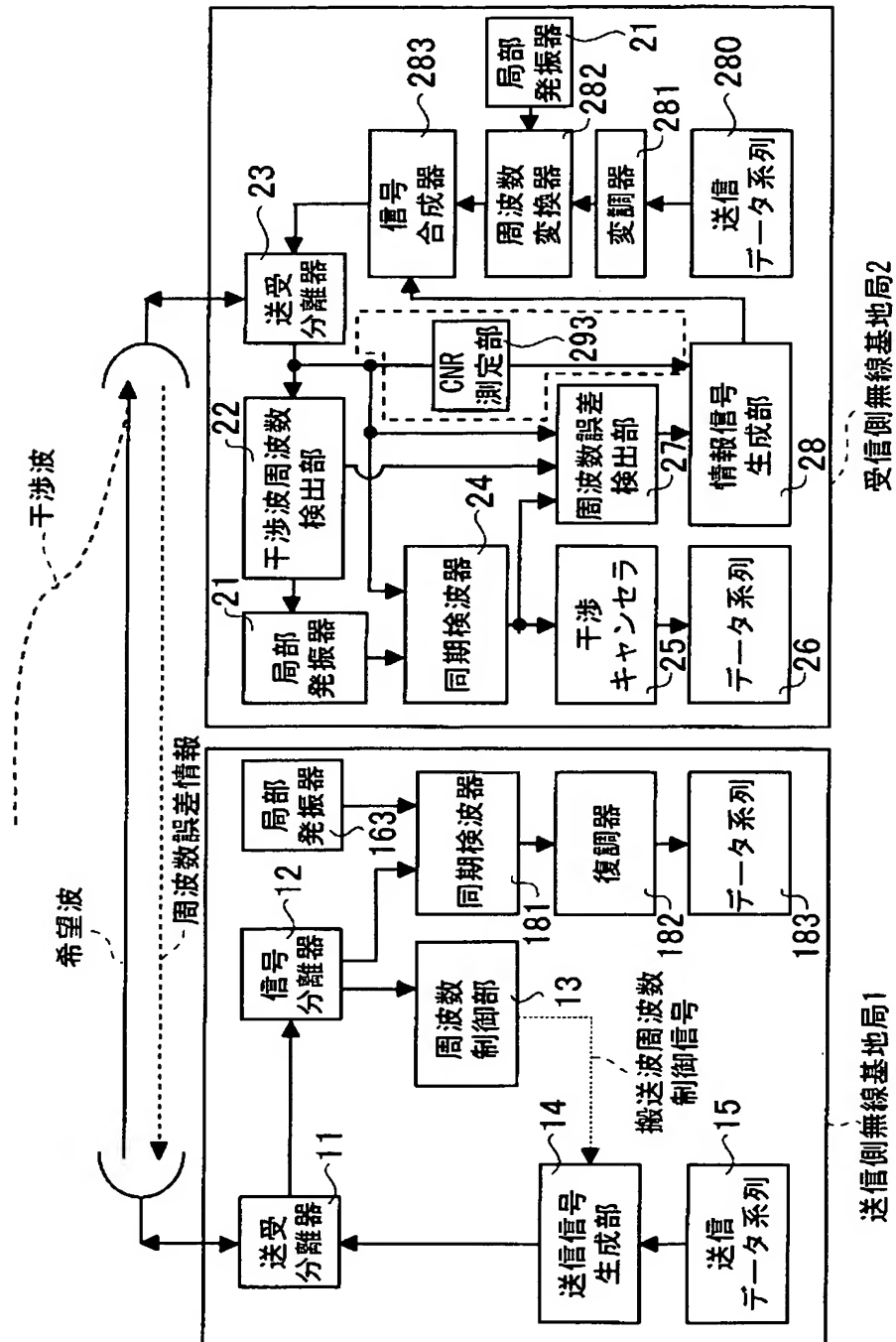


【図19】

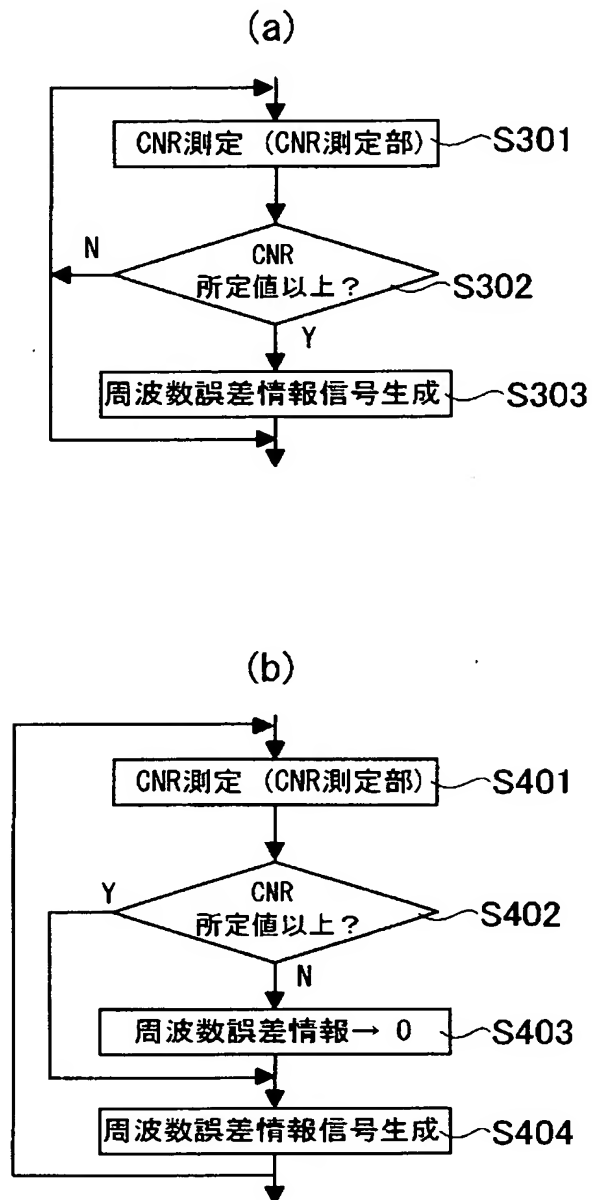




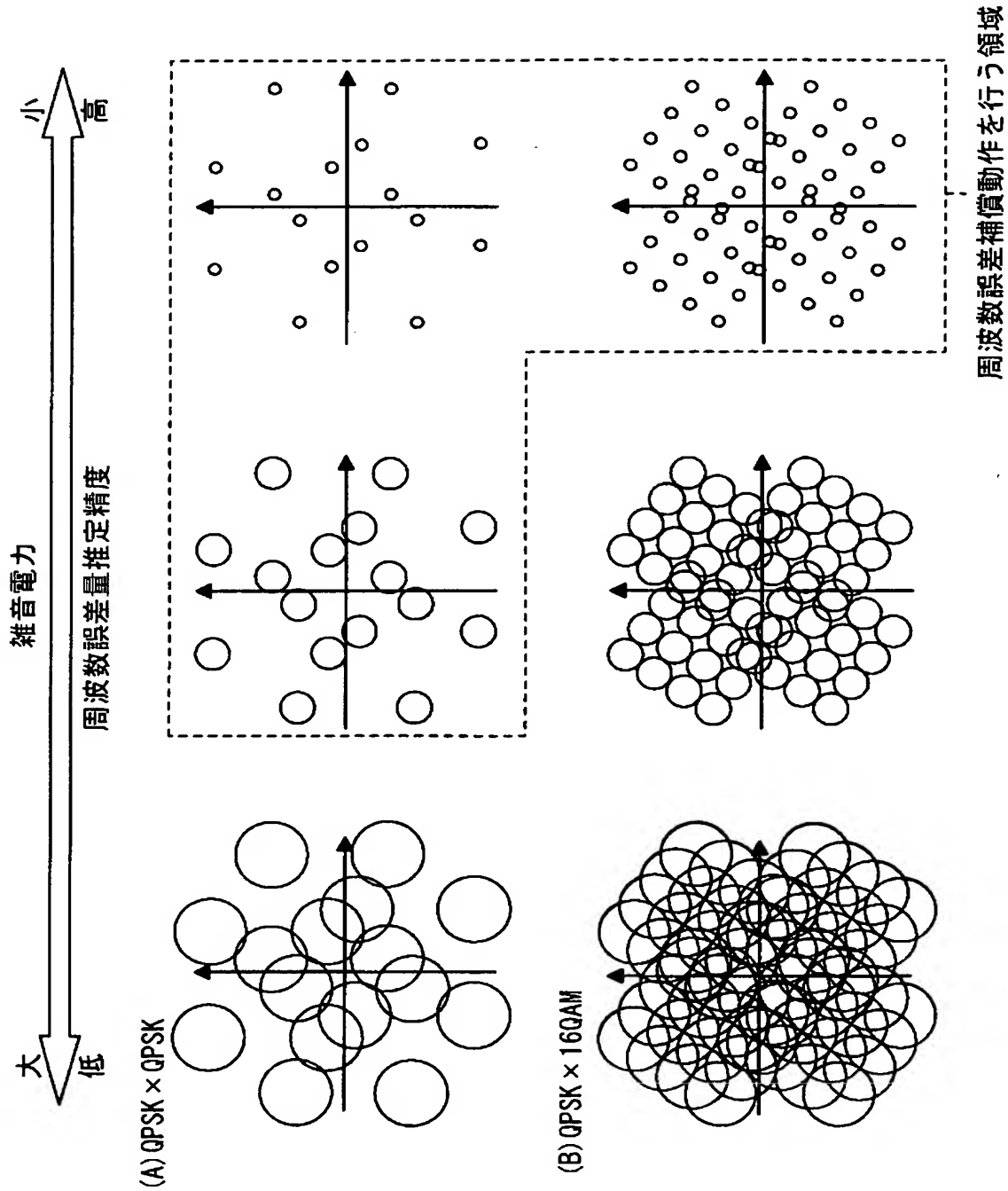
【図 20】



【図 21】

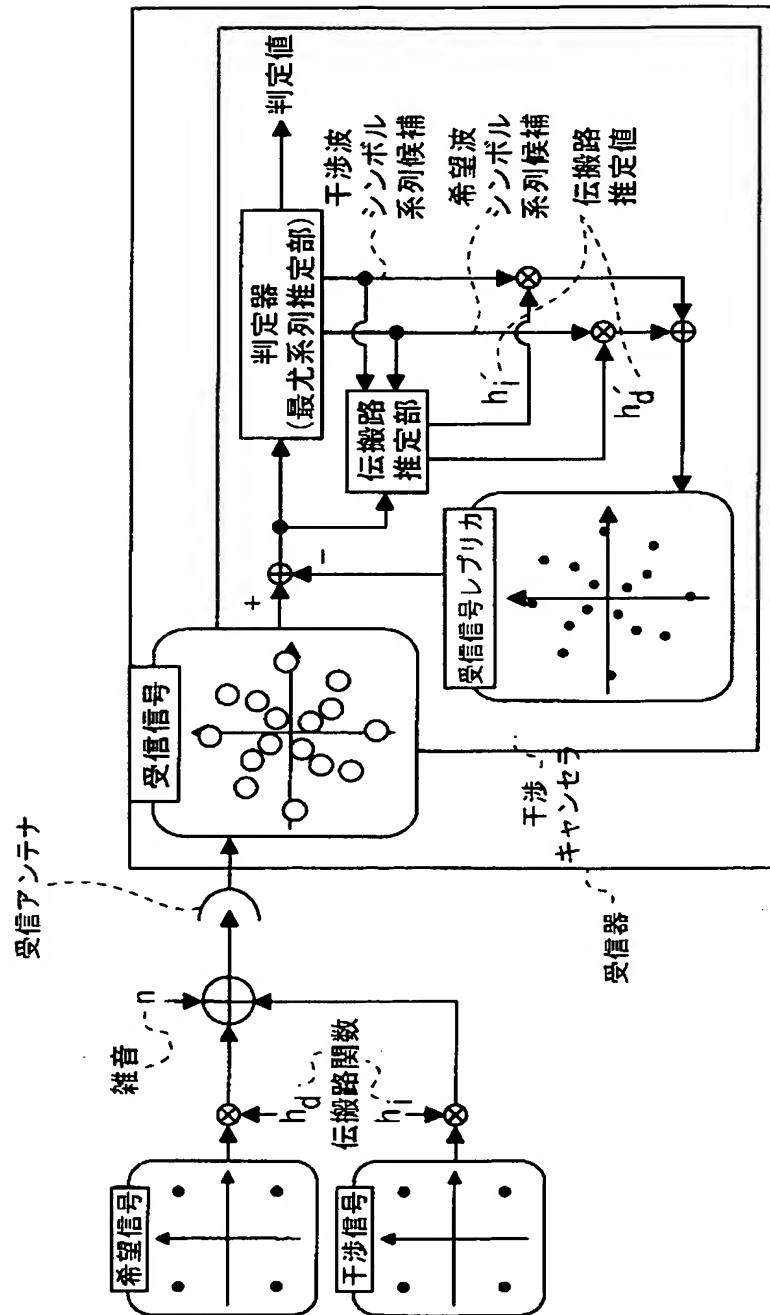


【図 22】

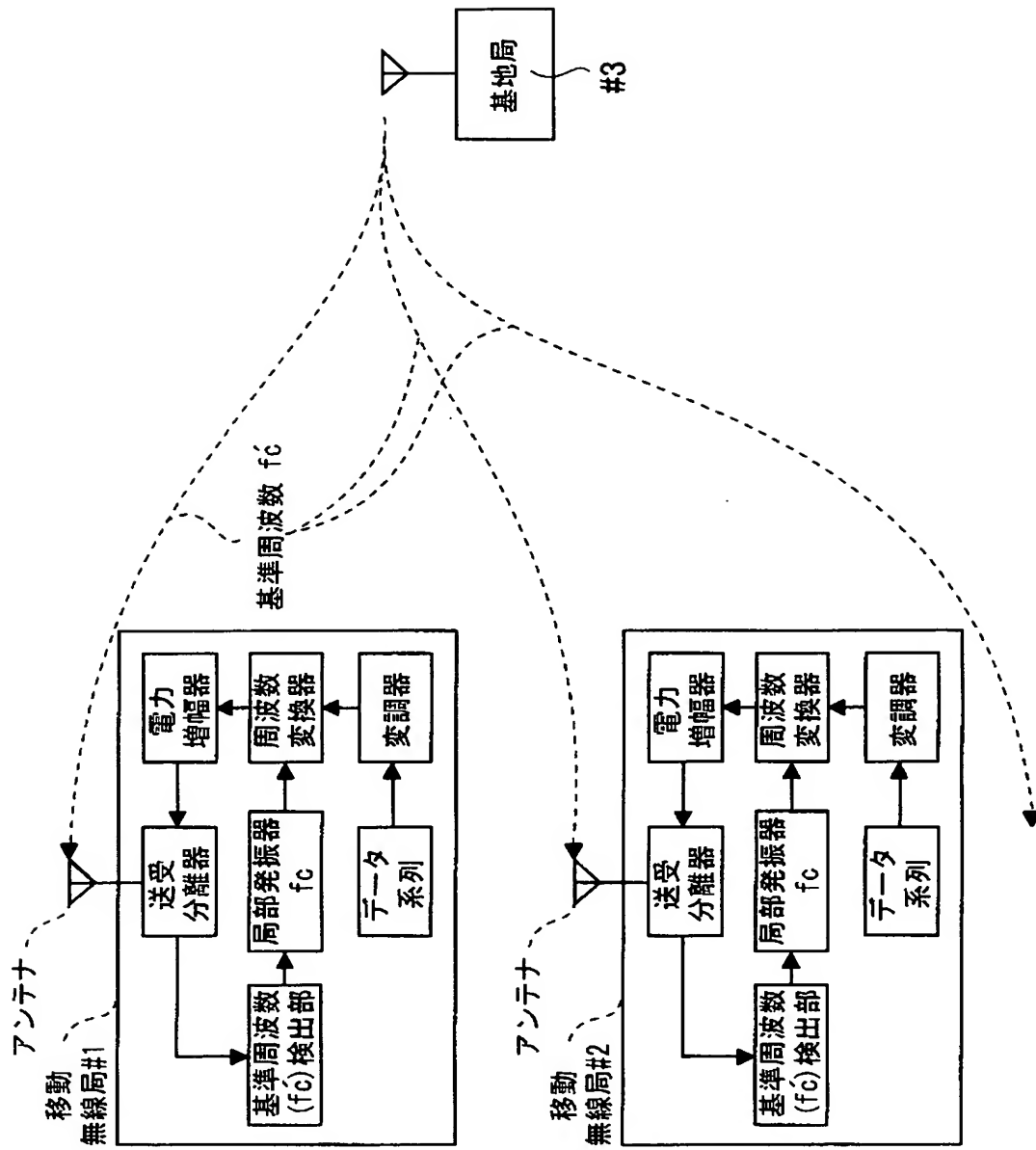




【図 24】



【図 25】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 周波数誤差を補償し定常的に受信信号レプリカの信号点を分散させ、干渉キャンセラの適用効果を高めることにより、周波数利用効率を向上させる。

【解決手段】 受信側無線基地局 2 において、受信信号の複製を生成し干渉波を除去する干渉キャンセラ 25 と、受信側無線基地局 2 における干渉信号の搬送波周波数を検出する干渉波周波数検出部 22 と、干渉波検出部 22 において検出される干渉信号の搬送波周波数と、希望信号の搬送波周波数との差分である搬送波周波数誤差を推定する周波数誤差検出部 27 と、送信側無線基地局 1 において前記搬送波周波数誤差に応じて、希望波の搬送波周波数を制御する周波数制御部 13 とを具備する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 1 6 9 9 1 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 3 9 2 0 2 6 6 9 3 ]

1. 変更年月日 2 0 0 0 年 5 月 1 9 日

[変更理由] 名称変更

住所変更

住 所 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号  
氏 名 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ